

Budapesti Corvinus Egyetem
Tájépítészeti Kar
Kert- és Szabadtértervezési Tanszék

Fagyérzékeny növénytaxonok alkalmazási lehetőségei a tájépítészetben

Konzulens: Gerzson László

Bíráló:

Tanszékvezető: Jámbor Imre

Bede-Fazekas Ákos
kertépítő szakirány

TARTALOM

1. Bevezetés	3
1.1. Téma indoklása.....	3
1.2. Célkitűzés	4
1.3. Egzóták szerepe a tájépítészetben	4
2. Növényélettani és éghajlattani összefoglaló.....	7
3. Melegigényes növények optimális ültetési és fenntartási feltételei.....	9
3.1. A telepítési hely kiválasztásának mezo- és mikroklimatikus vonatkozásai	9
3.1.1. Vízparti és domborzati mezoklíma	9
3.1.2. Városi mezoklíma	12
3.1.3. Mikroklíma.....	14
3.2. Ültetés és gondozás	17
3.2.1. Ültetés	17
3.2.2. Talajigény és talajerő-utánpótlás	18
3.2.3. Hidro- és fitotechnika.....	19
3.3. A fagyvédelem eszközei.....	20
3.3.1. A fagy elleni védekezés lehetőségei	20
3.3.2. Passzív fagyvédelem	20
3.3.3. Aktív fagyvédelem és télvédelem	21
4. Fagyérzékeny növények	24
4.1. Fagyérzékeny növények főbb származási területei	24
4.1.1. A szubtrópusi övezet.....	24
4.1.2. A monszun öv	24
4.1.3. Mediterrán öv	25
4.1.4. Állandóan száraz területek	26
4.1.5. További csoportosítási lehetőségek. Hegyvidéki és óceáni klíma.....	27
4.2. Hazánkban alkalmazott fagyérzékeny növények	28
4.3. A hazai klímában ültethető új növénytaxonok	33
4.3.1. A taxonlista bővíthetőségének okai	33
4.3.2. Kutató központok bemutatása, a kutatási munka.....	36
4.3.3. Az újabb fagyérzékeny taxonok bemutatása.....	40

Tartalom

5. Összegzés.....	47
6. Függelék.....	48
7. Irodalomjegyzék.....	51
8. Szóbeli közlések listája	56

1. BEVEZETÉS

1.1. Téma indoklása

Napjaink embere új, kitárulkozó világban mozog: könnyen és gyorsan eljut a Föld olyan vidékeire, melyet korábban csak fényképekről ismerhetett meg. Más földrészek karaktere magával ragadja az utazót, és hazatérve reprodukálni kívánja azt saját környezetében. Egyre több megrendelő támasztja a kerttervező felé azt az igényt, hogy mediterrán hangulatú, egzotákkal beültetett kertet alakítson ki. (ld. 1.3. fejezetet) Ezt a kérését nem nehéz teljesíteni, hiszen a mobilitás nem csak új kívánságokat, hanem új lehetőségeket is hoz: faiskoláink tömegével árulnak olasz import anyagot, és mind több új taxonnal terveznek a tájépítészek. Sokan azonban – érthető óvatosságból – csak a régi, jól bevált növényanyagot használják fel terveikhez, így kertjeiket megfosztják az új taxonok alkalmazása által nyújtott változatosságtól. Ezen a problémán kívánok szakdolgozatommal segíteni, azaz bemutatni a Magyarországon kereskedelmi forgalomban még nem, vagy csak ritkán kapható fajokat és fajtákat. Pusztán felsorolás szintjén térek ki az olyan növényekre, melyeket már ma is több helyütt használnak, illetve kereskedelemben könnyen beszerezhetőek (lásd 4.2. fejezetet), egyfelől a téma jól dokumentáltsága (vö. a BCE Dísnövénytermesztési és Dendrológiai Tanszékén publikált szakdolgozatokkal és diplomamunkákkal: CZENTYE 2004, MELNIK 2004, SCHÜTZ 2005, KOVÁCS 2006), másfelől annak hiányzó újdonságértéke miatt.

Néhány tényező – mint például a globális éghajlatváltozás (lásd. II./2. fejezetet), vagy a kertfenntartás intenzitásának növekedése – alátámasztani látszik a Mediterráneumból, és más szubtrópusi éghajlatú területekről (lásd. 4.1. fejezetet) származó növények rendíthetetlen terjedését, azonban felhívom a figyelmet, hogy a fagyérzékeny növények biztos megmaradására nem ad garanciát az átlaghőmérséklet emelkedése. (lásd. II./1.4. fejezetet) Bármelyik telünkön lehet még olyan kemény fagy, melyen a felsorolt taxonok mindegyike várhatóan elpusztul. Ezért e fajokat és fajtákat csak körültekintően használjuk, megfelelő éghajlati adottságú területen is csak védett fekvésbe tervezzük, gondos ültetéssel és ápolással adjunk a növénynek lehetőséget a

1. Bevezetés

számukra túl hideg klíma elviselésére. Mindezen szempontokat szakdolgozatom következő részeiben kifejtem. (lásd. II./1.5. és 3. fejezeteket)

A dolgozat első felében megvizsgálom a növény és a hőmérséklet kapcsolatát, kitérek az élettani és morfológiai sajátosságokra, majd megvizsgálom hazánk éghajlatát az általam említett növénytaxonok telepíthetősége szempontjából. Szólok az éghajlatváltozásról és a fagyérzékeny növények származási területeiről. Táblázatos formában felsorolom az olyan fagyérzékeny taxonokat, melyeket ma már könnyen beszerezhetünk, és gyakorta ültetünk is. Ezen irodalmi alátámasztás után már joggal kereshetek olyan fajokat és fajtákat, melyek a korábbi listákon még nem szerepeltek. A teljesség igénye nélkül bemutatok néhány olyan magyarországi faiskolát és kutató–nemesítő központot, melyek ilyen új növényeket próbálnak elterjeszteni hazánkban. Végül dolgozatom rövid, de legjelentősebb utolsó szakaszában az új taxonokat kívánom felsorolni.

1.2. Célkitűzés

Szakdolgozatom elsődleges célja bemutatni olyan növénytaxonokat, melyeket eddig nem, vagy csak kevésbé ismertek a növényalkalmazással foglalkozó szakemberek, és melyeket még sohasem terveztek a magyar klímában, pedig ezt megfelelő hely kiválasztás és fagyvédelem mellett megtehették volna. Céлом tehát nem az új növények kertészeti jellegű fagyérzékenységi vizsgálata – hiszen ez több éves kísérletek, megfigyelések eredménye lehetne –, hanem a növényalkalmazás területén dolgozó szakemberek figyelmének felhívása azon taxonokra, melyek neve klímánk alatt még idegenül cseng fülükben.

1.3. Egzóták szerepe a tájépítészetben

Szakdolgozatom létjogosultságának feltétele, hogy az őshonos taxonok telepítését kötelező konzervatív kertépítészeti elvet elvessük, ezért szükségesnek találtam röviden összefoglalni a külhonos (egzóta) taxonok kertépítészeti alkalmazási lehetőségeit. Az egyedi díszérték és különlegesség miatt telepített szoliter szubtrópusi fás fajok igényeit

és ültetési feltételeit külön-külön nem áll módomban ismertetni, azonban bővebben szólok a tematikus kertekről.

SCHMIDT (2003d) a kerti „növényegyüttes összeállítása során két alapvető elvet” hangsúlyoz, az ökológiai és az esztétikai elvet. „Az *ökológiai elv* azon alapszik, miszerint az a harmonikus, ami természetesnek hat. Azt jelenti, hogy a megközelítően azonos ökológiai viszonyok közül származó növények általában harmonikus együttest alkotnak”. VIRÁG (2005a) ezt az elvet tovább szigorítja: a kertben ültetendő „növényeink körét a területünkön uralkodó természeti viszonyoknak, helyi adottságoknak megfelelően válasszuk meg, hogy ezzel is megteremtsük kertünknek a tájjal való természetes kapcsolatát, elősegítsük növényeink erőteljes fejlődését és a magunk kényelmét is. A célszerűen megválasztott növényzet gondozása ugyanis kevesebb fáradsággal jár”. Bár ezek az alátámasztó érvek helytállóak, a kerti növényválaszték kialakításával kapcsolatos véleményét nem oszthatom. A tájba jól illeszthető, őshonos vagy azonos klimatikus övből származó taxonokkal beültetett kert csak egy koncepció a sok közül. Ezt a merev szemléletű elvet oldhatjuk (szoliter) egzóták beültetésével, vagy meg is dönthetjük egy másik klimatikus zónából származó egzóták és e klíma morfológiai bélyegeit magukon hordozó egyéb növények telepítésével. Ez utóbbit nevezzük tematikus kerteknek.

SCHMIDT (2003d) szerint „a tájra jellemző festői növénytársulások stilizálásával tudatosan befolyásolhatjuk a kert karakterét, megteremthetjük egy táj hangulatát. Ebben az esetben az illető társulás vagy táj fás szárú karakterfajaié a vezető szerep”. HÓDI TÓTH (2009) közlésében felhívta a figyelmet, hogy az azonos éghajlati körülmények közül, de eltérő földrajzi helyről származó fás növények egymás közelébe ültetésével játékot vihetünk a tematikus kertekbe.

A *mediterrán hangulatú kert* kapcsán írja SCHMIDT (2003d) a következőket: „a mediterrán tájat lomblevelű örökzöldek és az aromás illatú örökzöld félcserjék tömeges előfordulása jellemzi. A fenyőfélék koronája lazán szétálló (atlaszcédrus), vagy ernyőszerűen ellapuló (píneafenyő, libanoni cédrus). Itt nem kell tartaniuk a hótöréstől, hónyomástól.” E fenyők nagy része nálunk már nem télálló, „helyette az idős korban ugyancsak ellapuló feketefenyőt vagy más, merev és hosszú tűjű fajokat [...] ültethetjük. Jellemző még a határozott függőleges tagolást adó oszlopciprus”. SCHMIDT mediterrán fenyőfélék télállóságáról megfogalmazott véleménye még napjainkban is helytálló ugyan, de fontos azzal kiegészítenünk, hogy mind több taxonról derült ki az elmúlt években, hogy téltűrése messze felülmúlja a származási helye alapján

korábban gondoltakat (vö. a 4.3.3. fejezetben bemutatott mediterrán fenyőfélékkel). KISS (1997) szerint a mediterrán kertnek létjogosultsága van Magyarországon, melyet a történelmünk során ért számos földközi-tengeri hatás ismertetésével támaszt alá.

A mediterrán növények díszkertészeti előnyei többek közt a virágzási idejük és időtartamuk /nyáron kevés egyéb taxon díszít virágjával/, a kis talajigényük és a jó szárazságtűrésük (FRANG 1985), azonban speciális igényeik miatt leginkább családi házak kertjében nyílik lehetőség megtelepítésükre. (SCHMIDT 2003a)

A *szubtrópusi kert* „megjelenésében és növényanyagában [...] közel áll a mediterrán kerthez”, azonban míg az utóbbi „a száraz, forró táj illúzióját kelti, a szubtrópusi kert viszont a párás hőségben, gazdag talajon felforró buja pompájával búvöl el. Karakterfajai ezért a nagy levelű, egzotikus megjelenésű díszfák, díszcserjék [...] és a túlradóan jó termőhelyet jelző, nagy levelű évelők. Sok a nagy és különleges virágot hozó cserje és fa”. Szubtrópusi jelleget adnak a laza lombú fenyőfák, továbbá fontos elemek a nagy levelű lomblevelű örökzöldek, valamint a keleties hangulatot adó bambuszok. (SCHMIDT 2003d) Javasolom a földrajzilag helytálló *monszunkert* kifejezés használatát a megtévesztő – a mediterránt magában foglaló – „szubtrópusi kert” helyett.

SCHMIDT (2003d) szerint „a szubtrópusi kerthez nagy hely és igen kedvező éghajlat szükséges, ezért kialakítására viszonylag ritkán nyílik mód”, véleményem szerint azonban szubtrópusi hangulatú kertrészlet megépítése reális kerttervezői cél lehet. Az e fejezetben vázolt tematikus kertek, továbbá a szoliter egzóták a kerttervező választékát szélesítik, így mindenképpen nagyobb figyelmet érdemelnének.

2. NÖVÉNYÉLETTANI ÉS ÉGHAJLATTANI ÖSSZEFOGLALÓ

A fagyérzékeny növények megismeréséhez nem elengedhetetlen, mégis ajánlatos ismernünk a növények és környezetük közti kapcsolatot, különösképpen, ha a környezet hőmérséklete szélsőségesen hideg, fagypont alatti. Továbbá érdemes megismernünk hazánk éghajlatát és annak a szubtrópusi taxonok telepítését korlátozó paramétereit, legfőképpen a fagyot (annak kialakulását és típusait). Fontos hallanunk a fagyérzékenység értékelési lehetőségeiről és az USDA-zónarendszerről, továbbá a globális éghajlatváltozásról. Mindezen témák nem tájépítészi vonatkozásúak, hanem növényélettani és éghajlattani ismeretanyagot dolgoznak fel, így itt csak röviden összefoglalom a leglényegesebb információkat, melyeket majd bővebben kifejtek szakdolgozatom mellékletkötetében.

A Föld területét feloszthatjuk éghajlati övekre, és ha az éghajlati adatok statisztikai számértékeit vesszük figyelembe, leíró éghajlat-osztályozásról beszélünk. Ilyen például Köppen, Trewartha és Holdridge éghajlati rendszere. (bővebben lásd a II./1.2.1. fejezetet) Az éghajlat-osztályozás jelentősége szakdolgozatom szempontjából az, hogy segítségével könnyen lehatárolható egy adott terület, és két éghajlati öv jól összehasonlítható. Így megvizsgálhatom a II./1.3. fejezetben Magyarország, míg a 4.1. fejezetben a szubtrópusi területek éghajlati adottságait.

A növények azon környezeti feltételekhez kénytelenek alkalmazkodni, amely ökológiai niche-be szorultak. Ezen ökológiai fülkét (franciául niche) versenyképességük és a kompetitorok jelenléte jelöli ki számukra. A niche-elmélet ismeretében beláthatjuk, hogy egy taxon akkor is lehet fagyűrő, ha élőhelyén nem találkozik faggyal. A tűrőképesség (tolerancia) és a környezeti feltételekhez való alkalmazkodás (adaptáció) a II./1.2.2. fejezetben kerül bemutatásra, a niche-elmélet alapvető pilléreit pedig a II./1.2.3. fejezetben ismertetem.

A növényeket gyakran éri a normál viselkedéstől való eltérést okozó, megterhelő környezeti esemény/változás (stressz), melyre ún. stresszválaszt adnak. A stresszválasz folyamata több lépésből áll, melyet összességében stresszszindrómának nevezünk. A környezeti megterhelést és az arra adott reakciót vizsgáló II./1.2.4. fejezet előkészíti a 0 °C-nál alacsonyabb léghőmérséklet által okozott fagystressz megismerését.

Magyarország éghajlata a melegebb klímájú területekről származó növények szempontjából nyáron bőséges csapadékúnak, télen viszont szélsőségesen hidegnek mondható. A globális éghajlatváltozás tükrében felismerhető, hogy ezek a korlátok hamarosan eltűnnek, és a jelenleg elterjedt dísznövények egy része a szárazabbá váló nyarainkat nem lesz képes elviselni. Mivel az éghajlatváltozás lassú folyamat, a napjainkban telepített fagyérzékeny növények még avval a klímával szembesülnek, melyet a II./1.3. fejezetben ismertetek. A II./1.3.3. alfejezetben szólok a melegigényes taxonok szempontjából legjelentősebb korlátozó tényezőről, a fagyról, annak típusait és kialakulási lehetőségeit vizsgálva.

A növényeket ért hideghatás reverzibilis és irreverzibilis élettani változásokat is okozhat részben sejten kívüli, részben azon belüli víztérfogat-változás révén. A fagy pontos károsító hatása tudományos viták tárgyát képezi, a főbb megközelítéseket a II./1.4.1. fejezetben ismertetem. A különböző fagyűrési képességgel rendelkező növénycsoportok eltérő módszerekkel készülnek fel a fagyra és mérséklék a hideg károsító hatását. A legjobban feltárt élettani változásokon túl, mint amilyen például a sejten belüli ozmotikus potenciál változtatása szénhidrátok segítségével, a II./1.4.2. fejezetben bemutatom a főbb fagyűrési mechanizmusokat. A növényeken bizonyos környezeti hatásokra látható morfológiai bélyegek alakulnak ki, azonban a fagyhatás nem ilyen. Az élettani szárazság eltűrését viszont bizonyos alaktani jelekből megsejthetjük. (lásd a II./1.4.3. fejezetet!)

A növények fagyűrése durva közelítéssel az elterjedési területének függvényében változik. Mivel azonban e megállapítás csak arra alkalmas, hogy az ismert származású növény fagyűrő képességét megsejtsük, szükséges a fagyűrést értékelni. Magyarországon még igen ritkán találkozhatunk kereskedelmi forgalomban olyan növényvel, melynek fagyűrési képességét valamilyen skálán feltüntetetik, ennek ellenére léteznek ilyen értékelési lehetőségek. Ezekről általában a II./1.4.4. fejezetben, míg a legismertebb USDA-zónákról a II./1.5. fejezetben szólok.

A globális éghajlatváltozásról szóló II./2. fejezetben nem csak az okokat és jeleket, hanem a várható globális és lokális időjárási módosulásokat is feltárom. Kimondhatjuk, hogy az elterjedt téves állásponttal ellentétben a hideg téli szélsőségek csökkenni fognak, nyaraink pedig melegebbek és napfényben gazdagabbak lesznek. Így néhány évtizeden belül a Kárpát-medence a fagyérzékeny növények ideális életterévé válik.

3. MELEGIGÉNYES NÖVÉNYEK OPTIMÁLIS ÜLTETÉSI ÉS FENNTARTÁSI FELTÉTELEI

3.1. A telepítési hely kiválasztásának mezo- és mikroklimatikus vonatkozásai

A kertépítő „alapvető feladata, hogy munkája során az adott légtér mezo- illetve mikroklimájának kedvező vonásait felismerve, azokat maximálisan kiaknázza, a kedvezőtlen, esetleg káros következményeket tompítsa vagy megszüntesse”. (TŐKEI 1997b) A növényzet telepítési helyének kiválasztásakor vizsgálni kell, hogy a „felszín borítottsága, kitettsége, lejtése meghatározta helyi klíma sajátossága a területileg nagyobb klímától milyen módon és mértékben tér el, továbbá az azzal való kapcsolat függvényében mennyire stabil térben és időben. Számba kell venni az aktív felszín anyagi minőségét, talajszerkezetét, hőfizikai tulajdonságait [...], nedvességi viszonyait, továbbá a térfelszín alaktani jellemzőit, a síkkal bezárt szögét, az égtáji kitettséget”. (SZABÓ 2005)

SZABÓ (2005) továbbá felhívja a figyelmet arra, hogy habár „egy terület mikro- és mezoklimája sohasem független a vizsgált területet magában foglaló nagyobb térség makroklimájától”, de „a mikro- és mezoklíma sajátosságai nem vezethetők le a makroklimából, azokat vagy a helyi mérések alapján határozhatjuk meg pontosan, de ha erre nincs mód, vagy nem áll rendelkezésünkre ilyen adat, akkor a sajátosságok terepbejárás útján való becslését kell elvégezni”.

3.1.1. Vízparti és domborzati mezoklíma

TŐKEI (1997b) a nehezen definiálható, kiterjedés és változatosság szerint a makro- és mikroklíma között elhelyezkedő mezoklíma kategóriájába sorolja az antropogén eredetű városklímát, a domborzatból következő terepklímát, és a nagyobb vízfelületek környezetében kialakuló klímát. Az említett helyeken felismerhetők „olyan eltérések a különböző éghajlati elemek értékeiben, amelyek a környezethez képest [...] állandóan kimutathatók.

3. Melegigényes növények optimális ültetési és fenntartási feltételei

A vízparti klíma jellemzői JUSTYÁK (1997b) szerint a szárazföldről eltérő hőgazdálkodásnak köszönhetően kialakuló sajátos napi széljárás (3. ábra), a nagyobb páratartalom, a több ködös időszak és a kisebb a napi hőingás (a hőmérséklet ingása a parttól a szárazföld belseje felé nő). Főként éjszaka figyelhetünk meg nagyobb hőmérséklet-eltérést. A vízfelszín közelsége nyár végén és ősszel emeli a hőmérsékletet, míg tavasszal jelentős hatás nem figyelhető meg, hiszen a jég elolvasztására és a víztest felmelegítésére fordítódik az energia jelentős része.

Még a legnagyobb állóvizünk, a Balaton esetében sem jelentős a hőmérséklet-módosító hatás (2. ábra) a kis relatív vízmélység miatt. (JUSTYÁK 1997b) Így hazánk területén a vízparti mezoklíma hőmérsékleti hatásait csak a víz közvetlen közelében tudjuk kihasználni. További negatívumként említhető az az igen fontos összefüggés, mely alapján a vízközelbeli jótékony mezoklimatikus hatásokat csak alapos mérlegelés után érdemes kihasználni: SCHMIDT (2003e) felhívja a figyelmet, hogy a szabályozott vízszintű tavak közelében melegigényes fajok telepítése nem ajánlott, mivel kedvező talajvízszint mellett a vegetációjuk elhúzódik, és emiatt fokozottan fagyérzékenyebbé válnak.

A vízparti mezoklíma sajátosságainak ismertetése mellett fontos feladatunk a domborzat okozta terepklíma, és a kisebb terepalakulatok mikroklímájának bemutatása, melyek a hasonló kialakító okok miatt egymástól szétválaszthatatlanok. TŐKEI (1997b) szerint „a domborzat erősen módosítja a klímaviszonyokat”, a domborzati formák függvényében eltérő irányban és mértékben változnak a klímaelemek, mely általában közvetlen összefüggésben van a sugárzásháztartás komponenseinek megváltozásával.

TŐKEI (1997b) rávilágít, hogy „az éghajlati elemek mindegyike lényegesen változik a magassággal. [...] Még a néhány 100 m-es magasságkülönbségnek is nagy jelentősége van”. A magasság növekedésével párhuzamosan a besugárzás és a kisugárzás is nő, a hőmérséklet csökken, a légnedvesség 4–500 m-ig nő, majd csökken, a csapadékmennyiség nő. A függőleges menti hőmérséklet-csökkenés átlaga 0,65 °C 100 m-enként, bár e hőmérsékleti gradiens télen kisebb és nyáron nagyobb.

SZÁSZ (1997b) rámutat, hogy a „domborzat hőmérséklet-szabályozó folyamatai éjjel és nappal lényegesen különböznek egymástól”, éjszaka alakulnak ki a legnagyobb eltérések. Homorú felszínű felületeken (völgyekben, mélyedésekben) éjszaka a gyengébb kisugárzásnak köszönhetően a lehűlés kisebb, mint a domború felületeken, de ennek ellenére a mélyfekvésű területeken mérhető a legalacsonyabb hőmérséklet, különösen a hajnali órákban. Ezt az ellentmondást LELKES (2005) így magyarázza:

3. Melegigényes növények optimális ültetési és fenntartási feltételei

„mivel a hideg levegő nehezebb, domboldalokról, lejtős területeken lefelé áramlik, szinte 'lefolyik' a völgyekbe, s ott összegyűlik”. SZÁSZ (1997b) további észrevétele, hogy maga a lejtő sajátos hőmérsékletű, hiszen a tetőn lehűlt levegő csak átfolyik rajta, tehát a hőmérsékletét nem csökkenti jelentősen. Ugyanakkor a lejtő alsó szakaszának hőmérséklete már számottevően csökken, mivel a völgyalján „a hideg levegő felhalmozódása során kialakuló 'hideg légtő' felső szintje gyakran eléri ezt a magasságot”.

Az előzőekből következik, hogy fagyérzékeny növényeink számára a lefolyástalan, mélyfekvésű, fagyzugos helyek mindig veszélyesebbek, mint a magasabban fekvő területek”. (LELKES 2005, SZABÓ 2005) Völgyekben, lejtők alján a fagyveszély erősödése mellett a fagyos napok számának növekedése is kimutatható. (SZÁSZ 1997b)

Mivel a napi minimum-hőmérsékletet az éjjel lejátszódó mezo-/mikrometeorológiai folyamatok alakítják, ezért a fentebb vázolt szempontok irányadóak a fagyérzékeny növények telepítési helyének kiválasztásakor. Ennek ellenére szükséges ismernünk a domborzat nappali mezo-/mikroklimatikus sajátosságait. SZÁSZ (1997b) szerint nappal fordított helyzet alakul ki, hiszen a dombtetőn a legmagasabb és a völgyben a legalacsonyabb a hőmérséklet. A napi hőingás pedig a magasság növekedésével csökken.

Az eddig vizsgált klimatikus adottságok a függőleges magasságkülönbségből adódtak. Érdekes azonban megvizsgálnunk a terep kitettségéből (expozíciójából) adódó mikroklíma jellemzőit, hiszen – SZÁSZ (1997b) megfogalmazásában – „a domborzat valamennyi éghajlati elemre jelentős módosító hatást fejt ki, ennek következtében a különböző expozíciójú területeken sajátos termőhelyi feltételek alakulnak ki”.

A délies kitettségű terepfelszínek szoláris energiabevételi többlettel bírnak, így ezek talaja a legmelegebb, míg az északiaké a leghidegebb. Pontosabban tavasszal és ősszel a déli és nyugati, míg nyáron a déli és délkeleti lejtők melegednek fel leginkább. (SZÁSZ 1997b) Érdekes összevetnünk ezt az épületek közelében kialakult mikroklímával, mely erős összefüggésben van TÓKEI (1997b) megállapításával, miszerint „ősztlől tavaszig a déli tájolású falak melegszenek fel a legerősebben, nyáron a nyugatiak és a keletiek”

A sugárzási viszonyok mellett a mikroklíma pontos meghatározásához ismernünk kell a talaj hőkapacitását, mely nagyrészt a talajnedvességétől függ. Míg a völgy nedvesebb, addig a domb talaja szárazabb, ezért ez utóbbi gyorsabb hőmérséklet-

változással reagál az energetikai folyamatokra. Lejtős terület esetén fel kell tárnunk a csapadék és az elfolyás alakulását, melyet a lejtő szöge és a növénytakaró befolyásolhat. (SZÁSZ 1997b)

A terepalakulatok hőmérséklet-módosító hatásán túl megemlítendő a széljárás és a csapadék, melyek a sík felszínen tapasztalhatótól eltérően alakulnak. A lejtőkön nappal kialakuló ún. lejtőszél felfelé áramlik akár 4–5 m/s-os sebességgel, míg éjszaka evvel ellentétes irányú és lassabb. A völgy hossz tengelye mentén alakul ki a völgyi szél, mely bonyolult, de jól leírt kapcsolatban áll a lejtőszelkekkel. A síkságból magányosan kiálló dombot vagy hegyet a szél nagyrészt megkerüli, bár ettől függetlenül sajátos áramlási rendszer figyelhető meg az ilyen domborzati alakulatokon. (SZÁSZ 1997b)

A csapadék alakulása a széljárással van erős összefüggésben, hiszen „a legnagyobb csapadék mindenkor a megfűjt oldalon keletkezik”. A vázolt domborzati éghajlatmódosító hatások csak általános jellegű, a valós helyszíntől elvonatkoztatva nem helytálló ismereteket nyújtanak, így külön hangsúlyozandó, hogy a terepklimatológiai megfigyelések, mérések adhatnak csak pontos választ a különböző expozíciójú területek adott környezetben értelmezett mikroklimatikus kérdéseire. (SZÁSZ 1997b)

3.1.2. Városi mezoklíma

„A kertépítő a tevékenységét az esetek túlnyomó többségében sűrűn lakott településeken belül vagy azok közvetlen közelében fejti ki” (TÓKEI 1997b), így a mezoklimatikus hatások közül szakdolgozatomban a városklímát tartom szükségesnek a legalaposabban feltárni.

TÓKEI (1997b) szerint a város a környezethez képest kevesebb sugárzást kap ugyan, de ezt a módosított felszín kisebb albedója ellensúlyozza. A felmelegedett felszín viszont több energiát ad le hosszuhullámú kisugárzással. Összességében a város sugárzási mérlegében kisebb energianyereség jelenik meg. KIÁ CZ, RADÓ, SZENDRŐI (1976) megközelítése részben hasonló: az energiaháztartási egyensúly megbomlása több okra vezethető vissza, mint a mesterséges burkolatú felszín, megváltozott albedó, kisebb evaporáció, relatív páratartalom csökkenése, helyi szélrendszerek, levegőszennyeződés, ipari és háztartási energiaszabadító és hőátadó folyamatok.

3. Melegigényes növények optimális ültetési és fenntartási feltételei

TŐKEI (1997b) a városi mezoklíma kialakulását a következőképpen foglalja össze: az alapvető okként megjelölhető épületek, útburkolatok, járműforgalom és légszennyezés következményei a sugárzási viszonyok módosulása, a levegőszennyezettség, és a légáramlatok megváltozása. Mindezekből pedig levezethető a hőmérséklet, a légnedvesség és a párolgás környezethez képest mérhető eltérése.

Nem tartom szükségesnek a városi mezoklíma kialakulását részletesebben kifejteni, ugyanakkor fontos megvizsgálnunk a nagyvárosi környezet módosító hatását az egyes éghajlati elemekre. A növényzet szempontjait figyelembe véve a városklíma jellemzői CHEMLAŘ (1976) összefoglalója szerint a következők: épületek közelében kevés fény, hőmérsékleti minimum magasabb, átlaghőmérséklet magasabb, talaj szárazabb, tömörödött, szennyezett (kalcium és építési törmelékek bekeveredése, útsózás, gázbeszívargás), a légkör átlátszósága csökken.

„A városok hőmérséklete általában jóval magasabb, mint környezetüké. Úgynevezett városi 'hőszigetek' alakulnak ki.” (1. ábra, KIÁ CZ, RADÓ, SZENDRŐI 1976) ERDŐS (1996) szerint a városi hőmérséklet gyakran 6–7, de néha 12 °C-kal magasabb a környezethez képest, mely különbség leginkább télen, illetve a nyári kánikulák idején tapasztalható. TŐKEI (1997b) 0,5–1 °C-os általános hőmérséklet-eltérésekről ír a város és környezete között. A legnagyobb különbség éjszaka, a legkisebb pedig délelőtt jelentkezik. Előfordulhat, hogy reggel és délelőtt a város hűvösebb környezeténél. Az éves ciklusban januárban és másodmaximumként júliusban a legnagyobb, míg tavasszal és másodminimumként ősszel a legkisebb a városi hőszigeteffektus hatása. A derült idő kedvez a hősziget kialakulásának. Télen a város hőmérsékletjárása bioklimatológiai szempontból kedvező. A házak magasságának arányában értelmezett keskenyebb utcában erősebb hőszigetjelenséget tapasztalhatunk.

TŐKEI (1997b) a városi mezoklíma további módosító hatásait sorolja: a városokban a „hőmérsékleti szélső értékek időben eltolódnak, a napi közepes hőmérséklet-ingadozás pedig mérséklődik”, a szélcsendes esetek száma 5–20%-kal nő, a szélsébség pedig általában jelentősen (15–30%-kal) csökken, mely a tagolt felszín okozta nagyobb sűrűlődnak köszönhető. „Városok légterében a relatív nedvesség általában alacsonyabb, mint külterületen, az abszolút nedvességben és a párányomásban azonban nincs éles különbség”. A növényzet vízigénye nagyobb, mint a városon kívüli, azonos növényeké, így az öntözés sok esetben elengedhetetlen követelmény a városi parkokban, kertekben.

A városklíma jellemzően negatív megítélése miatt napjainkban is még igen kevés taxont használunk fel településfásításra. Pedig KOKICS (1976) felhívja a figyelmet arra, hogy „a városok többségében ugyanazokat a növényfajokat alkalmazzák, és nem használják ki a helyi éghajlati, talajtani stb. adottságokat”. Ha a városi mikroklímát a kedvezőbb oldaláról szemléljük, felfigyelhetünk rá, hogy milyen sok melegebb égővből származó fajt használhatnánk településfásításhoz!

3.1.3. Mikroklíma

HÓDI TÓTH szerint a II./1.4. fejezetben bemutatott téltűrési- és klímátűrési meghatározások „nincsenek, nem is lehetnek tekintettel a helyi, esetleg egyetlen kert kis részére jellemző mikroklímákra és a talajok sokféleségéből adódó helyi fagy- és klímátűrési eltérésekre. A besorolási kísérletek (bizonyos szinten) kénytelenek a valóságos viszonyok végtelen változatosságától elvonatkoztatni. A gyakorlati kertészkedés számára viszont nagyon is fontosak a mikroviszonyok, hiszen ezek adnak lehetőséget arra, hogy” a fagyérzékeny, klímánkba nem javasolt növényeket mégiscsak tervezhessük és felhasználhassuk.¹ TÓKEI (1997b) ennél tovább megy: a helyi klíma kedvezőtlen vonásait a táj- és kertépítészet eszközeivel megszüntethetjük vagy legalább minimalizálhatjuk (klímamelioráció), például törekedhetünk a fagyzugok kiküszöbölésére.

Geiger 1927-ben vezette be a mikroklíma- fogalmát, melynek legfontosabb ismérvei, hogy kis kiterjedésű, a makroklímánál szélsőségesebb, továbbá a felszín és a légkör találkozásánál alakul ki. (SZÁSZ 1997b) „A mikroklímák kialakulásában és fennmaradásában a fő szerep a sugárzásé (besugárzás, visszaverődés, hosszúhullámú kisugárzás, visszasugárzás)”. (TÓKEI 1997b)

Elsőként vizsgáljuk meg az ültetési hely kiválasztásánál fontos szempontok egyikét, a talaj minőségét és mikroklímatikus összefüggéseit. A mediterrán növények a talaj tekintetében nem válogatósak, hiszen a származási helyük legelterjedtebb talajtípusa a terra rossa, melyről JUSTYÁK (1997a) a következőket fogalmazza meg: általában mészkövön alakul ki, vörös színű, vékony felső szintje van, melyben kevés humusz halmozódik fel, összességében pedig gyenge minőségű.

Mindezek ellenére fagyérzékeny növényeink telepítése szempontjából fontos a három fő talajtípus hőgazdálkodását megismernünk. „A homoktalajok szélsőséges

¹ arizonica.hu/articles/honfoglalok.htm

3. Melegigényes növények optimális ültetési és fenntartási feltételei

hőmérsékletűek, különösen a felső rétegben alakulnak ki nagy különbségek”, télen hótakaró nélküli állapotban erősen lehűlnek. A vályogtalajok harmonikus hőgazdálkodásuknak, optimális hőmérséklet-ingadozásuknak köszönhetően a legmegfelelőbb ültetési közegek, hiszen a vályogtalajokon a leghosszabb a tenyészidőszak és a legkisebb a fagyveszély. Az agyagtalajok nagy vízabszorbeáló képességük miatt mindig az előzőeknél alacsonyabb hőmérsékletűek, rajtuk legrövidebb a tenyészidőszak. (SZÁSZ, TŐKEI 1997) PÁRKÁNYI (2007) kapcsolódó észrevétele, hogy „ahol a talajban távhővezeték megy (s ez általában elég közel van a felszínhez), [...] a talaj szinte soha nem fagy át”.

A talajminőségből adódó mikroklimatikus hatások részben felülíródnak, ha hótakaró borítja a felszínt. A hó a passzív fagyvédelem egyik igen jó eszköze. Sajnálatos módon az elmúlt évtized tapasztalatai szerint a globális éghajlatváltozással csökken a hótakarás éves időtartama, habár ennek oka nem a téli csapadékmennyiség csökkenésében keresendő. (bővebben lásd a II./2.2. fejezetben)

A tiszta, nem olvadó hófelszín albedója igen magas (65–90%), a hővezető-képessége rossz és a „hosszúhullámú sugárzás tekintetében a hó abszolút fekete test”. Ezekből következik, hogy a hórétegben a legalacsonyabb hőmérséklet a felszín közelében, míg a legmagasabb a talaj mentén alakul ki, továbbá a hótakaró alsó szintjében a napi hőingás minimális. A hótakaró mérsékli a talaj lehűlését, és a növényzetet károsító, kedvezőtlenül alacsony éjszakai talajmenti hőmérséklet kialakulását. (SZÁSZ 1997b)

A mikroklimatikus hatások közül talán a legismertebb a növényállományok klímája. TŐKEI (1997b) rámutat, hogy a klímát számottevően módosíthatja a növényzet és a felszínborítottság. „A növényzet faji összetételét, tömegét, magasságát, zártságát egyaránt célszerű figyelembe venni a klíma értékelésekor”. Léteznek mikroklimajelző növények is, melyek ismeretlen klímájú területen jó támpontot nyújthatnak.

Az állományklíma jótékony hatásáról LÁNG (1981b) a természetes szukcesszió kapcsán beszél, miszerint „a cserjés vegetáció meglepedése és terjedése (pl. *Cotinus*-polikormon képződése) minőségi változást eredményez a fátlan mikroklimatértségben. Csökkenti a hőmérsékleti szélsőségeket, az aktív szint áthelyeződését eredményezi, amelynek hatására a talaj felmelegedésének szélsőségei és kiszáradásának valószínűsége is csökken”. SZABÓ (2005) hasonlóképpen vélekedik, hiszen az „állomány felső vagy belső része átveszi az aktív felszín szerepét a fizikai felszíntől”, és

3. Melegigényes növények optimális ültetési és fenntartási feltételei

e két szint közötti légréteg kiegyenlítettebb minden légköri jellemző szempontjából. SZÁSZ (1997b) szerint az aktív felszín feletti térrészben a hőmérséklet magasabb, alatta pedig alacsonyabb. A talaj közelében kialakuló hőmérsékleti ingadozásokat a zárt növényállományok csökkentik, a nyílt társulások viszont nem. Így fagyérzékeny növényeink szempontjából a sűrűbb telepítés, színtezettebb állomány a kedvező.

SZÁSZ (1997b) rámutat, hogy a 10–15 cm-nél magasabb növényállományban módosul (csökken) a legfontosabb szabályozó elem, a szél erőssége. A szél „fontos ökológiai tényező, hiánya vagy csökkent mértéke akadályozza a növények fejlődését”, ugyanakkor viszont az erősebb szélesebesség mellett mérsékeltebb hőmérsékleti különbséget tapasztalhatunk a növényállományon belül, ami a kedvezőtlenül alacsony hőmérséklet kialakulását segítheti elő zárt társulásban.

„Adott helyen a közvetlen napsütés elmaradása (árnyék) és a szomszédos terület napsütéses volta a két hely között gyökeresen eltérő légállapotot teremt, ezért az árnyékjelenség a mikroklimatológiában elsőrendű fontossággal bír”. Példaként említhetjük a fák árnyékát, melynek fontos mikroklimatikus hatása van, hiszen akár 10–13 °C-kal alacsonyabb a hőmérsékletet a fák alatt. Az árnyékolt és napsütötte terület felett mérhető relatív nedvességben 1–3% különbség mutatkozik. (TŐKEI 1997b)

A szakirodalmilag kevésbé dokumentált, épületek közelében kialakult mikroklíma gyakran biztosít megfelelő telepítési helyet fagyérzékeny növényeink számára. Ősszel, télen és tavasszal az épületek déli fala melegszik fel leginkább, így a déli fal elé ültetett növényeink kapják a legtöbb meleget. Az épületek a szélről is védnek, habár a telepítési hely kiválasztáskor ügyelnünk kell arra, hogy ne kerüljön szélcsatornába a fagyérzékeny növény, ezért az uralkodó szélirányra merőleges falak adnak nagyobb védelmet (általában a déli oldal). Tájolástól független viszont a fal (és legfőképpen a nyílások) tökéletlen hőszigetelése folytán az épületből a külvilágba kijutó hőmennyiség, mely a téli kedvezőtlen időben érvényesül leginkább. KÖNCZEY és S. NAGY (1997) szerint Magyarországon a családi házaknak csak 5%-a megfelelő hőszigetelésű, háromnegyede pedig elégtelen. Tömítetlen nyílásokon át télen 25%-kal több energia távozik, mint megfelelő szigetelés mellett. A ház hőveszteségét fokozza, ha nincsen függöny, ha régi típusú, nem hőszigetelő üveglakai vannak, és ha nincsen kúszónövény a falra futtatva.

A rosszul hőszigetelt házak léte az energiatermelési szükséglete által okozott környezetvédelmi problémák miatt a globális éghajlatváltozáshoz hasonló módon

társadalmilag általánosan elítélt tény, ám a fagyérzékeny növények telepíthetősége szempontjából mégis öröndetesnek mondható. Épületek közelében tehát szubtrópusi növényeink nagyobb biztonsággal áttelelnék, különösen, ha fallal több oldalról zárt térrészbe telepítjük őket. Éppen ennek köszönhető, hogy a Budapesti Corvinus Egyetem arborétumában, vagy a Nemzetközi Dendrológiai Alapítvány budakeszi növénygyűjteményében a legkevésbé fagyűrő egyedek épületbeszőgellésbe kerültek, és ott évek óta sikeresen áttelelnék.²

Az előzőleg bemutatott mikro- és mezoklimatikus rendszerek, és a felsorolásra nem került egyéb klímamódosító elemek helyszíni felismerése és jótékony hatásainak kiaknázása elengedhetetlen a fagyérzékeny taxonok telepítésekor. Az általános kerttervezési feladatok megoldásakor végzett klimatikus adatgyűjtésnél sokkal mélyebb vizsgálatokat igényel egy valódi mediterrán vagy szubtropikus kertrészlet tervezése, melyhez a felvázolt mezo- és mikroklímák alapos ismerete szükséges!

3.2. Ültetés és gondozás

3.2.1. Ültetés

A telepítési hely kiválasztásánál az előző fejezetben vázoltakon túl figyelembe kell vennünk azt, hogy bár a szubtrópusi növényeink gyakran eredeti társulásukban árnyékban vagy félárnyékban élnek, mégis, a jobb hajtásbeérés érdekében, hazánkban teljes napra érdemes ültetnünk őket. (SCHMIDT 2003b) SCHMIDT (2006) továbbá rámutat, hogy bizonyos melegigényes fajok eredeti, üde vagy nyirkos talajra vonatkozó igényét –a hajtásnövekedés leállítása érdekében – nem célszerű teljesíteni.

Napjainkban szabadgyökerű és földlabdás növényanyagot egyre ritkábban lehet beszerezni. Tapasztalatom szerint hazánkban a melegigényes növényeket – részben a kiskereskedelmi forgalmazás miatt – csakis merev falú konténerben árusítanak. Nem kizárt azonban, hogy a melegigényes fenyőfélék a jövőben, nagybani termesztés esetén, földlabdában kerülnek a piacra. A különböző kiserelési módokra vonatkozó általános érvényű telepítési javaslatokat az alábbiakban összegzem.

PÁRKÁNYI (2007) szerint a szabadgyökeres fák ültetésére késő ősztől lombfakadásig bármely időszak megfelelő, konténeres növény egész évben telepíthető.

² BEDE-FAZEKAS (2009) és SCHMIDT (2007) szóbeli közlése nyomán

„Szabadgyökerű fák számára a legbiztosabb eredés az őszi ültetés” esetén (október közepe – november közepe) várható, hiszen ekkor a fák „vízigénye általában kisebb”, így könnyen „gyökeret fejlesztenek, s jól átvészelik a telet”. Az őszi ültetésű fák „száraz tavasz esetén különösen előnyben vannak, mert fejlettebb gyökérzetük a mélyebb rétegekből” fel tudja venni a vizet. „A lomblevelű és tűlevelű örökzöldeket mindig ősszel ajánlott ültetni, szeptember elejétől október elejéig”. FRANG (1985) és SCHMIDT (2003c) szerint a mediterrán növényeket teleltetés után, kora tavasszal, a kihajtás kezdetekor ajánlatos ültetni, hiszen, mint MELNIK (2004) rámutat, a begyökeresedéshez magasabb talajhőmérsékletet igényelnek.

PÁRKÁNYI (2007) felhívja a figyelmet, hogy az „ősszel túlságosan későn ültetett fáknek [...] nincs idejük meggyökeresedni a fagyos időszak beálltaig”, így a fagyott földben az elégtelen vízutánpótlás miatt a növények kiszáradnak.

3.2.2. Talajigény és talajerő-utánpótlás

CZENTYE (2004) szerint a mediterrán növények laza szerkezetű, jó vízáteresztő-képességű talajt igényelnek a felesleges nyár végi és őszi csapadék elvezetése végett, így a legmegfelelőbb a laza vályogtalaj. A lejtős kitettség elősegítheti a csapadékvíz gyorsabb elfolyását. PÖCZE (2009) szóbeli közlése szerint bizonyos taxonok – mint például a *Cunninghamia lanceolata* – jobb fagytürést mutatnak, ha soványabb talajba ültetjük őket. Ennek oka valószínűleg az, hogy így jobb hajtásbeérést produkálnak e növények. FRANG (1985) rávilágít, hogy a mediterrán taxonok nem szeretik, vagy nem igénylik a tápdús talajt.

SCHÜTZ (2005) a szubtrópusi növények számára javasolja a nitrogén, foszfor és kálium pótlását megszorítások nélkül. Állítása legfeljebb a fagymentes helyen teleltetett edényes növényanyagra vonatkoztatva helytálló, hiszen PÁRKÁNYI (2007) felhívja a figyelmet, hogy a hajtás- és lombképzést serkentő nitrogéntartalmú műtrágyák adagolását „legkésőbb július végén be kell fejezni azért, hogy a hajtások növekedése leálljon, és be tudjanak érni a fagyokig”, különben a növény könnyen elfagyhat. JÓZSA (1993) hasonlóképpen vélekedik: „óvakodjunk a nitrogén túladagolásától – különösen a nyár második felében –, mert buja növekedést vált ki, a növények fagyérzékenyek lesznek”. FRANG (1985) rámutat, hogy a kálium- és foszfortrágyák a hajtásérést segíthetik.

3.2.3. Hidro- és fitotechnika

A mediterrán növények július végéig sok csapadékot, majd pedig szárazabb időjárást, vagy az öntözés megvonását igénylik, hogy hajtásaik időben beérhessenek, megfásodhassanak. (CZENTYE 2004) SCHMIDT (2003b) ugyanakkor rámutat, hogy a mediterrán növények differenciált öntözésére csak házi- és gyűjteményes kertekben van mód. CZENTYE (2004) továbbá rávilágít, hogy nagyon száraz nyarat követően akkor szabad öntöznünk, ha az erősen lecsökkent hőmérséklet már meggátolja a növények újbóli hajtásnövesztését. Evvel ellentétben SCHÜTZ (2005) szerint a tavaszi és őszi öntözés a kedvező, különösen pedig az áprilisi és novemberi hónapokban. Véleményét azonban az előzőekben elmondottak miatt nem osztom.

HÓDI TÓTH összességében rámutat, hogy „genetikai - biokémiai adottságai ellenére fagyérzékennyé és általában is gyenge ellenálló-képességűvé tesz egy növényt, ha eredeti élőhelyi viszonyaihoz képest túlöntözik, túltáplálják, fény- és hőigényét viszont esetleg nem elégítik ki.” Ily módon „a profitorientált faiskolai technológiák sebezhetővé, rövidéletűvé teszik a növényeket: gyorsan 'felfűjt' árucikkek lesznek gyors pusztulással.”³

A csapadékos nyarú szubtrópusról származó növények hazánkban is csapadékos nyarat és párás viszonyokat kívánnak (CZENTYE 2004), ezért várhatóan a klímaváltozás nem fogja annyira elősegíteni elterjedésüket, mint a mediterrán fajokét.

SCHMIDT (2006) rámutat, hogy a fagytűrőképességet növelhetjük, ha a hajtás megfásodását a hajtáscsúcs szeptember eleji visszacsípésével elősegítjük. SCHÜTZ (2005) szerint, mivel a mediterrán növények főleg nyáron és ősszel díszítenek, a visszametszést novembertől márciusig célszerű elvégezni.

³ arizonica.hu/okologia.htm

3.3. A fagyvédelem eszközei

3.3.1. A fagy elleni védekezés lehetőségei

Melegebb éghajlatról származó növényeink megmaradása szempontjából HÓDI TÓTH szerint „a klimatikus–evolúciós tényező mellett fontos a növény felnevelésének módja, a termesztéstechnológia és a végleges helyre ültetés utáni feltételek.”⁴ TŐKEI (1997a) szerint „a fagyok elleni védekezés elsősorban akkor válik szükségessé, amikor a növény faggal szembeni érzékenysége megnő”, tehát leginkább a mélynyugalmi állapot kialakulása előtt, és a kényszernyugalmi állapot folyamán. Az advektív fagyról (lásd a II./1.3.3. fejezetet) azonban SZÁSZ (1997a) nyomán összefoglalhatjuk, hogy megelőzni, elkerülni nem lehet, csupán hatását mérsékelni.

VARGA-HASZONITS (1997) megfogalmazásában *passzív* fagyvédelmi módszer az, mellyel „a fagyhatást kívánják elkerülni”, míg *aktív* fagyvédelemről beszélünk, ha „a már folyamatban lévő lehűlési folyamatban a fagykár ellen védekeznek”. A következő két alfejezetben ezeket a fagyvédelmi módszereket ismertetem.

3.3.2. Passzív fagyvédelem

Passzív módszerek VARGA-HASZONITS (1997) szerint a

- megfelelő taxon alkalmazása,
- telepítési hely megválasztása,
- vetési és ültetési időpont helyes kiválasztása.

A szubtrópusi fás dísnövények szempontjából a nem fagyzugos telepítési hely kiválasztásának van nagy jelentősége. VARGA-HASZONITS (1997) *fagyzugnak* nevezi az alacsony fekvésű – a hideg levegőt összegyűjtő – helyeket, továbbá a nyílt fekvésű, jó hővezető-képességű talajon erőteljes kisugárzást tanúsító területeket. A megfelelő ültetési hely kiválasztásában a 3.1. fejezet nyújt segítséget.

JÓZSA (1993) rámutat a téli hótakaró fontosságára, mivel az a későbbiekben bemutatott mesterséges talajtakaráshoz hasonló módon „megakadályozza a talaj nagymértékű átfagyását, így a gyökerek egy része fagymentes talajban telel”. Sok örökzöldünk lombja csak „a hótakaró alatt telel át, a hóból kiálló részek elfagynak”. SZÁSZ (1997a) növénytermesztésre vonatkozó megállapítása szerint „hazánkban télen

⁴ arizonica.hu/okologia.htm

káros fagynak minősítjük a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ körüli éjszakai hőmérsékletet hótakaró nélküli helyzetben, hótakaró esetén azonban a $-15\text{—}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os minimális hőmérséklet is csak akkor bizonyul károsnak, ha hosszú időn át, rendszeresen bekövetkezik”. JÓZSA (1993) rávilágít, hogy Magyarország éghajlati adottságai miatt s telek „többszörre hószegek, és nagyon gyakori, hogy hótakaró nélkül az erős hideg komoly fagykárt okoz”. Mint a II./2.2. fejezetben látni fogjuk, a globális éghajlatváltozás várhatóan a Kárpát–medence területén lehulló csapadék mennyiségét tovább csökkenti, habár a téli csapadék változása nem egyértelműen előrejelzett folyamat.

SCHMIDT (2007) szóbeli közlésében rámutatott, hogy a mediterrán fenyőfélék habitusa (oszlopforma – *Cupressus sempervirens* 'Stricta', szétálló – *Cedrus atlantica*, vagy ernyőszerűen ellapuló – *Pinus pinea*) láthatóan nincs felkészülve a hónyomás miatt bekövetkező hótörésre. Ezért JÓZSA (1993) tanácsa megfontolandó: „a sok hó káros lehet, különösen a nedves hó, amely rátapad, ránehezedik a növények leveleire, ágaira. A veszélyt fokozza, ha a fákon a hó megfagy és utána szél kerekedik. Örökzöldjeinkről – elsősorban a fiatal fenyőkről – a túlságosan felhalmozódott havat időben rázzuk le, nehogy ágaik letörjenek. A hó okozta ágtörést és az oszlopos változatoknál az eldeformálódást megakadályozhatjuk”, ha összekötjük a növényeket olyan anyaggal, mely nem vág bele a kéregbe (vastag szigetelt drót, kötel vagy textil). „Hátránya, hogy az így felkötött fenyő nem díszíti kertünket”. A hónyomáshoz hasonló károkat okozhat a zúzmara, és az ónos szitálás következtében a növény felületén kialakult jégpáncél is, ám „ezek ellen védekezni nem tudunk”.

TŐKEI (1997a) rámutat, hogy a „tömörebb, nedvesebb talajok felett a lehűlés mérsékeltebb, a száraz, laza talajok fagyveszélyesebbek” (vö. 3.1.3. fejezetben a talajtípusok hőgazdálkodásáról írtakkal), ezért a talaj lazítását kerülni kell fagyveszélyes időszakban.

3.3.3. Aktív fagyvédelem és télvédelem

Az aktív fagyvédelem eszközei VARGA-HASZONITS (1997) nyomán a következők:

- kisugárzás csökkentése (takarás, ködképzés),
- hideg levegő felhalmozódásának megakadályozása (elvezetés, keverés, lásd a 3. képet),
- levegő-hőmérséklet emelése (fűtés égetéssel vagy meleg vízzel),

3. Melegigényes növények optimális ültetési és fenntartási feltételei

- öntözés (fenofázis-szabályzás és jégképzéses fagyvédelem).

A felsorolt aktív fagyvédelmi eljárások leginkább nagy területen folyó mezőgazdasági vagy kertkultúrára vonatkoznak, esetleg LELKES (2005) szerint az öntözéses fagyvédelemre egynyári virágok esetén lehet még szükség. A szubtrópusi ketrészlet vagy egy növényegyed védelme szempontjából a takarásnak, és esetleg a fenofázis-szabályzó öntözésnek és a levegő-melegítésnek lehet jelentősége. Utóbbiakról bővebben lásd VARGA-HASZONITS (1997) írását.

„A gyökérregenerációt segíti a talajtakarás, amely alatt a talaj nem fagy meg, a gyökerek fejlődni, s tápanyagot felvenni tudnak” (8. ábra). További hatásos téli védelem a kb. 30 cm magasan felkupacolt föld, érett trágya, vagy lomb, mely „megvédi a gyökérnyakat a téli elfagyástól”. (PÁRKÁNYI 2007) További talajtakaró anyagok a tőzeg, szalma és a komposzt, továbbá a sűrű gyepet alkotó örökzöldek (pl. *Cotoneaster dammeri* 'Skogholm') (LELKES 2005). Faiskolai lerakatokban a növényanyag téli védelmére a talajt faforgáccsal, a lombot pedig szalmával takarják. SCHÜTZ (2005) szerint jó fagyvédelmi megoldás, ha „szalmabálákból szakított 'lapokkal' a bokrokat kasszaszerűen körbe vesszük, majd fóliával körbetekerjük” (2. kép). *Ficus carica* kapcsán említi a nyalábba összekötött ágak földre hajtását és 15–20 cm vastagságú takarását termőfölddel. KOVÁCS (2006) szerint a pálmák téli védelmének részeként a tövet kéreggel szokás takarni, majd a szívlevél védelme érdekében az idősebb leveleket össze kell kötni, vagy pedig a pálmára két helyen szorosan összekötözött, nádszövetből vagy szalmából készített cylindert kell formálni. E sapka tetejét téli csapadék ellen fóliával szükséges takarni. A fiatalabb pálmák védelmére az ún. hólyagfóliás takarás az optimális. (részletesebben lásd KOVÁCS (2006) írásában)

A 4.3.2. fejezetben bemutatásra kerülő keszthelyi fagyérzékenységi kísérletek részeként 2007 decemberétől kezdődően két eltérő takarási módszert is kipróbáltak a Pannon Egyetem munkatársai. Az erről készült beszámolóban az alábbiakat olvashatjuk: „A 300 g/m² sűrűségű [...] posztóborítás fagyos és téli napokon nagyobb védelmet nyújt. A 60 g/m² sűrűségű, ún. téli fátyol fóliával takart növény mikroklímája alig volt melegebb, mint a kontrollé, de szerepe hónyomás és a hideg metsző szelek elleni védelemben jelentős és fontos. A légnedvesség alakulásának vizsgálata azt mutatta, hogy a posztóval takart növény mikroklímája a fagyos téli napokon szárazabb. A téli fátyolfóliával takart növény körül a légnedvességre jellemző értékek kevésbé alacsonyak, sőt az enyhébb időjárásban magasabbak, amely a lomblevelű örökzöldek környezeti igényeit ismerve nem elhanyagolandó eredmény. A két takaróanyag közül a

3. Melegigényes növények optimális ültetési és fenntartási feltételei

téli fátyolfólia bizonyult jobbnak. A 300 g/m² sűrűségű ún. posztóval takart növények napközben jobban felmelegedtek, s az éjszakai lehűlés nagyobb kárt okozott bennük, valamint a légnedvesség is kedvezőtlenül alakult e takaróanyag alatt. Ez a körülmény legjobban *Viburnum tinus* és a *Prunus lusitanica* fajokat érintette, a növények szinte megszáradtak a takaróanyag alatt, még a kontrollhoz képest is rosszabb képet mutattak a kísérlet lebontásakor.”⁵

Az aktív fagyvédelem felsorolt módszerei nem aknázzák ki a dísnövények intenzív fenntartása által nyújtott lehetőségeket, ezért az ismert és javasolt módszerek felkutatását és dokumentálását javaslom. (A téma feltárása azonban szakdolgozatom kereteit szétfeszítené.) Az egyszerűbb takaróanyagok védőhatásának gyenge dokumentáltsága miatt a keszthelyi fagyűrési kísérlet szervezőinek javasoltam e szakmánk számára nagyobb jelentőséggel bíró fagyvédelmi módszerek kísérletbe vonását.

A növényeket télen károsító folyamatok egyike az élettani szárazság, amely ellen PÁRKÁNYI (2007) szerint a tű- és lomblevelű fák őszi ültetése után, „a tél folyamán, amikor nem fagyott a talaj, néhány öntözés is segíthet”, hiszen e növények télen is párologtatnak. Azonban PÖCZE (2009) szóbeli közlésében rámutat, hogy egyes fajok – leginkább az örökzöldek – a téli talajnedvességre fokozottan érzékenyek, és drénezett, vagy szemcsés anyaggal kevert talajban jobb fagyűrésről tanúskodnak. A Somogyvámosi Arborétumban ilyen célból bazaltzuzalékkal kevert termőföldet használnak ültetőközegként, mely előbb vázolt pozitív hatásán túl a vulkáni kőzetből kioldódó ásványokkal is gazdagítja a talajt.

LELKES (2005) felhívja a figyelmet az erős szél és a téli napsütés elleni védelemre. PÁRKÁNYI (2007) szerint az érzékenyebb növényeket árnyékolni kell (6. és 7. ábrák), így a szél- és fényvédelem által a növény kevesebbet párologtat. Az árnyékoló szerkezet nádból, zsúpszalmából vagy valamilyen szálas anyagból készül. E téli takarást márciusban kell lebontani. „Eltávolítására lehetőleg borús időben kerüljön sor, nehogy a frissen kihajtott, gyenge hajtások a hirtelen, erős napsütés hatására károsodjanak”. Idősebb örökzöld növényeknek csak a törzsét kell betakarni valamilyen nedvszívó kötéllel, fászlival, melyet be kell nedvesíteni az öntözésnél.

⁵ www.georgikon.hu/INTERREGIIIA/index.htm

4. FAGYÉRZÉKENY NÖVÉNYEK

4.1. Fagyérzékeny növények főbb származási területei

4.1.1. A szubtrópusi övezet

A növények természetes elterjedési területük határvonalaival kifejezik, hogy a kompetitorok mellett mely területen találják meg a számukra optimális feltételeket, ugyanakkor a niche-elmélet jól magyarázza az eredeti élőhelyén kívül telepített növényzet életképességét. Ennek ellenére fontos ismernünk fagyérzékeny növényeink származási területét.

„A növények ökológiai igényeit ill. egy adott régióban való termesztetőségét alapvetően meghatározza a faj származása, ill. géncentruma”. (SZABÓ 2005) A Geisler-féle 10 és a Vavilov-féle 8 géncentrum a mezőgazdaságban hasznosított növényeink főbb származási helyeit jelöli meg, ám a dísnövények esetén nem nevezzük géncentrumnak a taxonok eredeti elterjedési helyét. Az általam vizsgált fagyérzékeny növények legtöbbje az északi félgömb szubtrópusi övezetéből származik, így a Földközi-tenger vidékéről, Kelet-Ázsiából és Észak-Amerikából.

A szubtrópusi övezetről írja PÓCS (1981), hogy a „trópusok és a mérsékelt öv érintkezésénél viszonylag széles zónában átmeneti klímahatások érvényesülnek; vagy egyik évszakban a trópusi, másik évszakban a mérsékelt övi éghajlat jut uralomra”. A szubtrópusi öv – melyben a meleg klíma ellenére enyhe fagyok előfordulhatnak – három élesen elkülöníthető típusra osztható (esős nyarú, esős télű és állandóan száraz). PÉCZELY (1979) rávilágít, hogy a meleg-mérsékelt éghajlatok közös jellemvonása a kifejezett évi hőmérséklet-ingás, az enyhe téli hőmérséklet (a leghidegebb hónap középhőmérséklete 0 °C fölött marad) és az éghajlati elemek változékonysága (a trópusi és sarki származású légtömegek keveredése miatt). KISS (2005) szerint a szubtrópusi öv nem cirkumpoláris kifejlődésű.

4.1.2. A monszun öv

Az esős nyarú területekre a monszun vagy passzát szélrendszer szállítja a csapadékot. Buja vegetáció jellemzi mindkét típusát, a nedvesebb szubtrópusi

4. Fagyérzékeny növények

esőerdőket és a szárazabb babérlombú erdőket. Előbbi jellemző növényzetét alkotják a liliomfafélék, babérfélék, örökzöld tölgyek, míg utóbbiban gyakoriak a félkemény és kicsiny levelű fák. (PÓCS 1981) JUSTYÁK (1997a) szerint ez az éghajlat a 20–40. szélességi fokok közt alakul ki. SZABÓ (2005) éghajlat-osztályozásában e területeket a szubtrópusi nedves éghajlathoz sorolja, melyre jellemző a 13–21 °C-os középhőmérséklet, az akár 40 °C-os éves hőingás és a 700–2000 mm-es csapadékmennyiség (1. táblázat), továbbá az Ázsiában tájfunnak, Amerikában hurrikánnak nevezett trópusi forgóviharok gyakori megjelenése. PÉCZELY (1979) rámutat, hogy a későbbiekben bemutatott mediterrán klímához képest egyenletesebb az évi csapadékeloszlás, kevesebb, de még így is bőséges a napsütés. ATTENBOROUGH (1998) szerint a száraz évszak novembertől áprilisig tart.

A kontinensek keleti oldalán alakulnak ki ilyen éghajlatú területek (PÉCZELY 1979), így a földrajzi elhelyezkedésük a következő:

- Európában a Pireneusok és a Balkán legcsapadékosabb területei,
- Afrikában Dél-Afrika keleti partvidéke (25–34. szélességi fokok között), Azori- és Kanári-szigetek,
- Ázsiában Dél- és Kelet-Kína, Közép- és Dél-Japán, Kaukázus lábainál elterülő humid erdők a Fekete-tengerig, a Talis-hegység lábainál elterülő erdők a Kaszpi-tengerig,
- Észak- és Közép-Amerikában az USA déli része (Louisiana, Florida, Georgia), az atlanti part síkságai és mocsarai (25–35. szélességi fokok között), Piedmont, Mexikói-öböl parti alföldjei,
- Dél-Amerikában a keleti partok (Dél-Brazília, Argentína, Uruguay) és
- Ausztráliában is a keleti partok (23–35. szélességi fokok között), valamint Új-Zéland északi szigete. (SZABÓ 2005, PÓCS 1981)

4.1.3. Mediterrán öv

Esős telű szubtrópusi (avagy mediterrán) területek növényei a forró nyári időszakra leveleiket megtartják, de különböző „párolgáscsökkentő berendezésekkel védekeznek a kiszáradás és az erős inszoláció ellen”. Ezért gyakoriak a kemény, fényes vagy szőrös levelű, illetve a csökevényes levélzetű növények (*Spartium*, *Retama*). Az esős telű szubtrópus jellemző társulásai a keménylombú erdő, a mediterrán tűlevelű erdő, a garigue (sziklai bozótos), a macchia (1. kép) és chaparral (örökzöld bozótos).

(PÓCS 1981) JUSTYÁK (1997a) megemlíti továbbá a frigana-t, az erős illóolaj-tartalmú félcsérjék alkotta növénytársulást. ATTENBOROUGH (1998) rávilágít, hogy a Mediterráneum erdőségeinek jelentős része emberi hatásra elpusztult. SZABÓ (2005) szerint a mediterrán éghajlati zónára jellemző a 400–800 mm-es évi csapadékmennyiség, a 12–19 °C évi középhőmérséklet, és nyáron 3–5 hónapon keresztül a sivatagi jellegű leszálló légmozgás következtében a teljes csapadékhiány (3. táblázat). PÉCZELY (1979) ezt kiegészíti avval, hogy csekély a felhőzet és napsütésben gazdag a nyár (mely a mediterrán származású növények hajtásbeérése szempontjából fontos számunkra). A száraz nyarú szubtrópusi klímák az anticiklonok poláris oldalán alakulnak ki és rendszerint a kontinensek nyugati partjain találhatók. A hideg tengeráramlás közelében kialakult mediterrán zónákra (Kalifornia, Fokföld, Chile) jellemző a hűvösebb nyár, a nagyobb relatív légnedvesség és a gyakoribb éjszakai ködképződés.

A mediterrán szó szerinti jelentése: *középső föld* (KISS 1997), területi elhelyezkedése pedig az alábbi:

- Európában a Földközi-tenger partvidéke (5. ábra), Balkán, Krím-félsziget,
- Afrikában az Atlasz-hegység északi előtere, Észak-Afrika, Fokföld egy része,
- Ázsiában Elő-Ázsia,
- Észak-Amerikában a nyugati partvidék a 30–45. szélességi fokok között, Kalifornia, Dél-Oregon,
- Dél-Amerikában Chile Valparaíso és Valdivia között,
- Ausztráliában a Spencer-öböl és a Murray torkolata közti vidék, Délnyugat-Ausztrália. (SZABÓ 2005, PÓCS 1981)

4.1.4. Állandóan száraz területek

Állandóan száraz területek közé tartozó sivatagok és félsivatagok közül számunkra az utóbbi bír nagyobb jelentőséggel, mely főleg annak köszönhető, hogy jellemző növényei homokos vagy szikes talajon hazánkban is sikeresen ültethetők (*Tamarix*, *Caragana*, *Artemisia*). Gyakori a pikkelyszerű levél, a mélyre hatoló, vizet raktározó gyökérzet és a gömbös cserjehabitus. (PÓCS 1981) ATTENBOROUGH (1998) szerint a „növényzet fő alkotói a 2 méteres magasságot is elérő [...] cserjék”. SZABÓ (2005) a félsivatagot mérsékelt övi száraz éghajlati

területnek nevezi. Az évi középhőmérséklet 0–10 °C közt alakul, a csapadék pedig évi 200–450 mm körüli (2. táblázat). PÉCZELYv(1979) szerint a csapadék jelentős része nyáron hullik le, a hőmérséklet pedig szélsőséges. A félsivatagok a mérsékelt övi sivatagokat szegélyezik. JUSTYÁK (1997a) továbbá megemlíti, hogy a téli hónapok középhőmérséklete fagypont alá is süllyedhet.

E félsivatagi területek földrajzi elhelyezkedése a következő:

- Afrikában Fokföld,
 - Ázsiában a Kaszpi-tengertől keletre, Közép-Ázsia, Dzsungária, Takla-Makán, Góbi sivatag,
 - Észak-Amerikában a Préri nyugati oldala, a Parti- és Sziklás-hegység közti medencék,
 - Dél-Amerikában a pampák: Patagónia, Paraná-völgy,
 - Ausztráliában pedig a középső nagy sivatagi területek jelentős része.
- (SZABÓ 2005, PÓCS 1981)

4.1.5. További csoportosítási lehetőségek. Hegyvidéki és óceáni klíma

A fentiekben részletezett hármas csoportosítás tovább árnyalható, ám a niche-elmélet ismeretében és a helyi telepítési tapasztalatok tükrében a további részletezés érdemben nem adna számunkra újabb információt. PÓCS (1981) növényföldrajzi alapú éghajlat-osztályozásától eltérő csoportosítások rövid ismertetését azonban indokoltnak tartom. SZABÓ (2005) kétféleképpen közelít: egyrészt a nedves zónába sorolja a szubtrópusi nedves éghajlati területet, míg a száraz éghajlati zónába a mérsékelt övi száraz éghajlati területet, valamint a mediterrán éghajlati zónát, más szempontból pedig a hagyományos földrajzi szélesség szerinti megközelítésben vizsgálva a szubtrópusi övet, a szubtrópusi hegyvidéki erdőket külön kiemeli.

Köppen 1918-as osztályozási rendszerében (4. ábra) a számunkra érdekes övek a következők: sztyepp klíma rövid csapadékos időszakkal (BS), meleg mérsékelt klíma téli szárazsággal és nyári csapadékkal (Cw), meleg mérsékelt klíma nyári szárazsággal és téli csapadékkal (Cs). PÉCZELY (1979) által is követett Trewartha 1937-es éghajlat-osztályozásából kiemelendő a közepes földrajzi szélességek sztyepp éghajlata (B4), a mediterrán vagy száraz nyarú szubtrópusi övezet (C1) és a nedves szubtrópusi éghajlat nyári csapadékmaximummal (C2). A KERTÉSZ (2001) által ismertetett Holdridge-

4. Fagyérzékeny növények

rendszer száraz sztyepp, száraz erdő, gyengén nedves erdő és meleg esőerdő nevű vegetációs típusai feleltethetők meg a korábbiakban bemutatott klímaöveknek.

A korábbiakban nem részleteztem a hegyvidéki zonális éghajlatokat, mert azok könnyen megfeleltethetők a síkvidék éghajlati öveinek: „a növekvő tengerszint feletti magassággal változó növényzet a növekvő szélességgel egymást követő biomokra emlékeztet”. (ATTENBOROUGH 1998) Továbbá nem említettem a mérsékelt nedves, vagy óceáni éghajlatot (4. táblázat), mert az számunkra nem mint a növénytaxonok származási helye, hanem mint azok ültetési tapasztalatot adó telepítési területeként érdekes. Több dísnövényt úgy ismert meg a hazai közönség, hogy nyugat-európai igényes, szépen illusztrált botanikai/dendrológiai irodalomban lelte fel. Fontos azonban megjegyezni, hogy az atlantikus klímában ültetett növények nevelési tapasztalatai a mi zordabb telű, forróbb nyarú és szárazabb őszi kontinentális klímánk alá csak fenntartásokkal emelhetők át. Éppen ezért a nyugat-európai irodalom Magyarország területén csaknem használhatatlan az egyes fagyérzékeny növények telepítési és nevelési tanácsait illetően! Ezen kijelentésemet vö. HÓDI TÓTH példájával a 4.3.1. fejezetben.

4.2. Hazánkban alkalmazott fagyérzékeny növények

A Magyarország területén felhasználásra javasolt, de fagyérzékenynek minősített taxonokat kilenc forrás segítségével gyűjtöttem össze. A források kiválasztásánál fontosnak tartottam, hogy azok ne legyenek elavultak, így a legkorábbi irodalom 2003-as keltezésű. Ennek ellenére felhívom a figyelmet, hogy SCHMIDT (2003f) olyan taxonokat is fagyérzékenynek jelöl, melyek a legerősebb teleinken is csupán hajtásvisszafagyást szenvedhetnek. A táblázat első oszlopában rövidítés céljából csak fajneveket tüntettem fel, azonban az oszlop szükséges értelmezése az alábbi: *<faj> és/vagy bizonyos fajtái*. Félkövére szedéssel emeltem ki azon fajokat, melyeket több forrás is említ (ezt a táblázat celláiban található „x”-szel jeleztem). A hazai klíma alatt már jól teljesített, gyakorta ültetett taxonok esetén a háttérrel szürkítettem. Az a–i oszlopok értelmezése az alábbi:

- a KOVÁCS (2006)
- b MELNIK (2004)
- c KISS (2005)

4. Fagyérzékeny növények

- d JESZENSZKY Miklós nyomán SCHÜTZ (2005)
- e SCHÜTZ (2005)
- f CZENTYE (2004)
- g ISÉPY István nyomán CZENTYE(2004)
- h ORLÓCI (2005)
- i SCHMIDT (2003f)

Növény tudományos neve	Növény magyar neve	Származási helye	a	b	c	d	e	f	g	h	i
<i>Actinidia arguta</i>	Japánegres, kopaszkivi	Kína, Japán					x				
<i>Actinidia chinensis</i>	Kínai egres, szőrös kivi	Kína					x				
<i>Ailanthus altissima</i>	Bálványfa	Kína									x
<i>Albizia julibrissin</i>	Selyemakác	Dél-Ázsia		x			x	x	x		x
<i>Arbutus unedo</i>	Nyugati szamócafa	Dél-Európa, Délnyugat-Írország			x						
<i>Artemisia alba</i>	Sziklai üröm	szubmediterrán flóraelem									x
<i>Aucuba japonica</i>	Japán babérsom	Japán									x
<i>Broussonetia papyrifera</i>	Papíreperfa	Kína									x
<i>Buddleja davidii</i>	Nyáriorgona	Kína									x
<i>Buxus balearica</i>	Baleári puszpáng	Spanyolország, Baleár-szk.			x						
<i>Buxus microphylla</i>	Kislevelű puszpáng	Kína, Japán								x	
<i>Callicarpa bodinieri</i> var. <i>giraldii</i>	Kínai lilabogyó	Japán									x
<i>Calycanthus floridus</i>	Illatos fűszercserje	Délkelet-USA									x
<i>Calycanthus occidentalis</i>	Kaliforniai fűszercserje	Kalifornia									x
<i>Campsis x tagliabuana</i>	Hibrid trombitafolyondár	(hibrid)									x
<i>Caryopteris incana</i>	Kínai kékszakáll	Északnyugat-Kína, Japán									x
<i>Caryopteris × clandonensis</i>	Angol kékszakáll	(hibrid)									x
<i>Cedrus atlantica</i>	Atlaszcédrus	Marokkó, Algéria		x							x
<i>Celtis australis</i>	Déli ostorfa	Délnyugat-Ázsia, Mediterráneum									x
<i>Ceratonia siliqua</i>	Szentjánoskenyérfa	Dél-Európa			x	x	x				
<i>Chamærops humilis</i>	Törpe lószörpálma	Mediterráneum	x								

4. Fagyérzékeny növények

Növény tudományos neve	Növény magyar neve	Származási helye	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Cistus creticus	Kréta szuvar	Mediterráneum			x						
Cistus laurifolius	Babérlevelű szuvar	Mediterráneum			x				x		x
Clerodendrum trichotomum	Kései végzetcsereje	Kína, Japán, Korea									x
Cupressus arizonica	Arizonai ciprus	Délnyugat-USA, Mexikó							x		x
Cupressus sempervirens	Európai ciprus	Dél-Európa, Nyugat-Ázsia		x					x		x
Diospyros kaki	Datolyaszilva	Kína, Japán				x	x				x
Diospyros lotus	Lótuszsilva	Kína, Japán, Himalája				x	x				x
Diospyros virginiana	Virginiai kakisilva	Kelet-USA									x
Elæagnus × ebbingei	Örökzöld ezüstfa	(hibrid)									x
Elæagnus pungens	Szúrós ezüstfa	Japán								x	x
Eryobotria japonica	Japánnaspolya	Kína			x	x	x		x		
Escallonia rubra	Vörös kötöröcsereje	Argentína, Chile			x						
Euonymus japonicus	Japán kecskerágó	Japán								x	x
Euodia hupehensis	Hupeji mézesfa	Kína									x
Euodia velutina	Koreai mézesfa	Kína, Korea									x
Fatsia japonica	Szobaarália	Japán									x
Feijoa sellowiana	Mirtuszdíó	Dél-Brazília, Észak-Argentína			x						
Ficus carica	Édes füge	Nyugat-Ázsia		x		x	x	x	x		x
Hebe ochracea	Új-zélandi veronikacsereje	Új-Zéland								x	
Hebe pinguifolia	Vaskoslevelű veronikacsereje	Új-Zéland								x	
Hedera colchica	Kaukázusi borostyán	Délkelet-Európa, Kisázsia, Kaukázus									x
Helianthemum apenninum	Fehér napvirág	Európa									x
Helianthemum nummularium	Közönséges napvirág	Nagy-Britannia									x
Hibiscus moscheutos	Mocsármályva	Dél-USA					x				
Hibiscus syriacus	Törökrózsa	Kelet-Ázsia									x
Ilex aquifolium	Magyal	Nagy-Britannia								x	
Jasminum fruticans	Cserjés jázmin	Mediterráneum									x
Jasminum humile	Télizöld jázmin	Kelet-Ázsia									x
Jasminum nudiflorum	Téli jázmin	Nyugat-Kína					x				
Jubæa chilensis	Chilei mézpálma	Chile	x								
Juniperus drupacea	Szír boróka	Dél-Európa, Nyugat-Ázsia, Észak-Afrika									x

4. Fagyérzékeny növények

Növény tudományos neve	Növény magyar neve	Származási helye	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Lagerstroemia indica	Kínai selyemmirtusz	Kína, Korea			x		x				
Laurus nobilis	Babér	Dél-Európa			x						
Lavandula angustifolia	Levendula	Mediterráneum									x
Lespedeza bicolor	Kétszínű bokorhere	Kelet-Ázsia									x
Lespedeza thunbergii	Bókoló bokorhere	Kína, Japán									x
Leycesteria formosa	Himalájai rózsálc	Kelet-Ázsia									x
Ligustrum lucidum	Fényeslevelű fagyf	Kína							x		
Magnolia grandiflora	Örökzöld lilimfa	Délkelet-USA		x			x		x		
Nandina domestica	Japán szentfa	Kína, Japán, India			x						
Nannorrhops ritchiana	Mazari pálma	Délnyugat-Ázsia	x								
Nerium oleander	Babérrózs	Dél-Eurázsia				x	x				
Olea europea	Olajfa	Mediterráneum			x	x	x				
Osmanthus fragrans	Illatos olíva	Kína, Japán, Himalája			x						
Osmanthus heterophyllus	Változékony illatvirág	Japán, Tajvan			x						
Paliurus spina-christi	Krisztustövis	Dél-Európa, Nyugat-Ázsia							x		
Parthenocissus tricuspidata	Japán vadszölő	Kína, Japán, Korea									x
Paulownia tomentosa	Császárf	Kína									x
Perovskia spp.	Sudárzsálya	Kelet-Ázsia									x
Photinia serrata	Bőrlevelű korallberkenye	Kína			x						x
Phyllostachys aureosulcata	Kínai aranycsíkos botnád	Északkelet-Kína					x				
Phyllostachys bambusoides	Óriás botnád	Kína, Japán					x				
Pinus pinea	Európai mandulafenyő	Mediterráneum			x	x	x				
Pistacia terebinthus	Terpentinfa	Mediterráneum			x						
Poncirus trifoliata	Vadcitrom	Kína, Korea			x	x	x				
Prunus laurocerasus	Babérmeggy	Dél-Európa, Nyugat-Ázsia							x	x	x
Punica granatum	Gránátalma	Délkelet-Európa, Dél-Ázsia		x		x	x	x	x		x
Pyracantha coccinea	Tűztövis	Dél-Európa									x
Pyracantha hibridek	Tűztövis hibridek	(hibridek)									x
Quercus coccifera	Karmazsintölgy	Mediterráneum			x						
Quercus farnetto	Magyar tölgy	Dél-Itália, Balkán									x
Quercus ilex	Magyaltölgy	Mediterráneum			x				x	x	

4. Fagyérzékeny növények

Növény tudományos neve	Növény magyar neve	Származási helye	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Rhamnus alaternus	Örökzöld benge	Dél-Európa			x				x		x
Rosmarinus officinalis	Rozmaring	Dél-Európa, Nyugat-Ázsia						x	x		x
Rubus thibetanus	Tibeti szeder	Nyugat-Kína									x
Rubus × tridel	Díszszeder	(hibrid)									x
Sabal minor	Törpe kúszópálma	Délkelet-USA	x		x						
Sabal palmetto	Káposztapálma	Délkelet-USA	x								
Salvia officinalis	Orvosi zsálya	Dél-Európa									x
Santolina chamæcyparissus	Szürke cipruska	Mediterráneum									x
Santolina pinnata	Tollas cipruska	Dél-Itália									x
Sequoiadendron giganteum	Hegyi mamutfenyő	Délnyugat-USA								x	x
Smilax excelsa	Sima szárcsafű	Délkelet-Európa, Kis-Ázsia									x
Spartium junceum	Jeneszter	Dél-Európa, Észak-Afrika			x				x		x
Stranvæsia davidiana	Vietnámi korallberkenye	Nyugat-Kína									x
Tamarix gallica	Francia tamariska	Dél-Európa									x
Tamarix odessana	Ogyesszai tamariska	Kelet-Ázsia									x
Tamarix tetrandra	Keleti tamariska	Belső-Ázsia									x
Taxus baccata	Közönséges tiszafa	Európa								x	
Thuja plicata	Óriástuja	Nyugat-USA								x	
Trachycarpus fortunei	Kínai kenderpálma	Közép- és Kelet-Kína	x						x		
Trachycarpus wagnerianus	Japán kenderpálma	Japán	x								
Viburnum carlesii	Illatos bangita	Kína									x
Viburnum davidii	Törpebangita	Nyugat-Kína								x	
Viburnum henryi	Henry-bangita	Kína			x						
Viburnum tinus	Téli bangita	Dél-Európa			x				x		
Viburnum × bodnantense	Kikeleti bangita	(hibrid)									x
Viburnum × burkwoodii	Tavaszi bangita	(hibrid)									x
Viburnum × carlcephalum	Illatos labdarózsa	(hibrid)									x
Vinca major	Nagy meténg	Közép- és Dél-Európa, Észak-Afrika								x	x
Wisteria sinensis	Lilaakác	Kína					x				x
Yucca filamentosa	Foszlóslevelű pálmaliliom	Délkelet-USA									x

4. Fagyérzékeny növények

Növény tudományos neve	Növény magyar neve	Származási helye	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Yucca flaccida	Lágylevelű pálmaliliom	Délkelet-USA									x
Yucca recurvifolia	Ágastörzsű pálmaliliom	Délkelet-USA									x
Zanthoxylum simulans	Szeccsuáni bors	Kína									x
Ziziphus jujuba	Zsidótövis	Kína, Japán					x				

4.3. A hazai klímában ültethető új növénytaxonok

4.3.1. A taxonlista bővíthetőségének okai

Mivel szakdolgozatomban 1.2. fejezetében megfogalmazott célkitűzés szerint olyan növényeket ismertetek meg a hazai, növényalkalmazással foglalkozó szakemberekkel (tájtervezők, kerttervezők, településfejlesztők stb.), amelyeket korábban nem használtak hazánkban, és elterjedésüket a díszfaiskolák árukínálatában való megjelenésük hiánya is gátolta, szólnom kell arról, hogy mi adja a lehetőséget a fagyérzékeny, de telepíthető fajok és fajták listájának bővítésére. Az általam a 4.3.3. fejezetben felsorolt taxonok nagy része azért nem ismert még Magyarországon, mert azokat korábban vagy megalapozottan, vagy csak az elterjedési területből tett következtetés alapján fagyérzékenynek gondolták.

A hazánk területén ültethető taxonok listáját tehát bővíthetjük, és e bővítésnek számos oka lehet. Találkozunk majd olyan növényvel, mely csak az elmúlt évtizedekben került az európai kontinensre, azt korábban csak könyvből ismerték a botanikusok. A felsoroltak közül számos növény számára a klímaváltozás teszi lehetővé, hogy az enyhébb télű korábbi elterjedési területét észak felé mozdítsa. Figyelembe kell vennünk azonban a II./2. fejezetben tett észrevételeket, melyek alapján a globális éghajlatváltozást csak mint a Föld egészére vonatkozó általános tendenciát vehetünk figyelembe, és a regionális eltérések bizonytalan kiértékelése miatt nem alkalmazhatjuk az előrejelzéseket a hazai klímára teljes bizonyossággal. A szélsőséges időjárási események kiszámíthatatlanságával is tisztában kell lennünk. Így a klímaváltozásra inkább úgy érdemes gondolni, mint a melegigényes növények jobb

4. Fagyérzékeny növények

hajtásbeérését – és ezáltal a fagyra való jobb felkészültségét – hozó globális középhőmérséklet-emelkedésre.

Több növényt eddig tévesen gondoltunk fagyérzékenynek, hiszen fagyűrő képességüket feltételezni sem mertük az elterjedési területük ismeretében. E gondolkodásmódot jól tükrözi JÓZSA (1993) megállapítása: „idegen területekről származó növények fagyűrését az elterjedési területükön előforduló alsó hőmérsékleti értékek jellemzik”. A kutatási munka ezt mára megcáfolta. DEBRECZY (2009) szóbeli közlésében rávilágított, hogy a jégkorszak előtti fagyűrő növények féltekénken délre húzódtak az eljegesedés folyamán, majd ha a felmelegedési periódusban nem tértek vissza eredeti elterjedési területükre, hanem alkalmazkodtak a melegebb körülményekhez, akkor a fagyűrés mint rejtett tulajdonság tovább hordozódhatott a faj egyedei között. Bizonyos taxonok nagyobb arányban emlékeznek e régi tulajdonságukra, így közülük nagyobb eséllyel, illetve kevesebb munkával lehet kisselektálni azon egyedeket, amelyekben jól kifejeződik a fagyűrés (pl. *Quercus ilex*). Más fajok többet felejtettek e régi tulajdonságukból, így a velük végzett fagyűrési kísérletek valószínűleg gyengébb eredményt produkálnak.

HÓDI TÓTH hasonlóképpen vélekedik: „Mai élőhelye klímájából egy másikba átemelve egy faj akkor képes ott életben maradni, ha új helyének klímájában a szélsőségek belül maradnak a növény rögzült tulajdonságegyüttesének számszerűsíthető értéktartományain. Ez egy ma fagy nélküli vagy alig fagyos klímából hozzánk kerülő növény jó hidegtűrését tekintve csak azt jelentheti, hogy az evolúció során a jó hidegtűrés belső biokémiai mechanizmusai, továbbá sejt-, szöveti és szervszinten ennek megfelelő képletei kialakultak”, legfeljebb a mai élőhelyén a növénynek erre nincs szüksége. Megfelelően rideg felnevelés közben és után keményebb környezetben azonban e képesség – ha van – előtérbe kerül. Ha a növény nem bír e rejtett tulajdonsággal, akkor kifagy.”⁶

Éppen ezért a klímátűrés fokozására illetve kifejezésre juttatására szolgáló egyik faktor „az érzékenyebbnek ismert fajok esetében a szelekció: olyan egyedek (klónok) kiválasztása nagy egyedszámú populációkból, amelyek a faj átlagánál jobb [...] klímátűrésűek.”⁷ (HÓDI TÓTH)

JÓZSA (1993) szerint „a szélsőségesen hideg telek nagyon sok fás szárú növényt pusztítanak el. Magyarországon ebben az évszázadban 1929-ben, 1943-ban és 1953-ban

⁶ arizonica.hu/articles/honfoglalok.htm

⁷ arizonica.hu/okologia.htm

is előfordult $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérséklet. Az ilyen rendkívül kemény időjárásnak pozitív hatása is van: azok az idegen földrésről származó növények, amelyek túléltek ezeket a teleket – különösen, ha mindegyiket –, fontos alapjai lehetnek a faj hazai elterjesztésének. Az erős fagy ugyanis kiszelektálta a gyengéket, a fagyérzékenyeket. A megmaradt egyedeknek valószínűleg fagyállóbbak az utódai, tehát ezeket a példányokat kell megvédenünk és továbbszaporítanunk”.

Újkeletű probléma, hogy a hazai dendrológiai szakirodalmat a jobb megjelenésű, színes képanyaggal gazdagabban illusztrált külföldi könyvek elnyomni látszanak. Ezek jelentős része az atlantikus, enyhe telű, de csapadékos őszi klímában élő egyedek nevelési tapasztalatait adja vissza, mely a hazai laikus felhasználókat könnyen megtéveszti. Így jogosnak tartom HÓDI TÓTH véleményét, miszerint „ha tehát a hazai botanikai szakkönyvkiadás döntően anyagi okokból szinte megszűnt, akkor a külhonból honosított – egyébként sokszor kitűnő – szakmunkák magyarításánál nélkülözhetetlen lenne a hazai tapasztalatok beépítése legalább azoknál a növénycsoportoknál, amelyeknél már van – akár több évtizedes – termesztési-tartási tapasztalat.

Amikor ugyanis [...] az *Echinocerus triglochidiatus*-ról azt olvasom az idézett mű [Christopher Brickell szerk. : Dísznövényenciklopédia. Pannon Könyvkiadó, Budapest. 1993] Növénytársítás című részletező részében, hogy 'Min. 5 C-fokot igényel', az egész kiadvány hidegtűrésre vonatkozó adathalmazában megrendül a bizalmam. Saját kertemben tizenhárom éve élnek a faj 1500 kilométer sugarú termőhelyéről származó változatai, de vannak az országban dr. Debreczy Zsolt 1973-as gyűjtéséből származó, kezdettől szabadban tartott példányok [...]. Ugyanakkor az *Ulex*-ek egyértelműen télálló minősítéssel szerepelnek.”⁸

Fontos továbbá megjegyeznünk, hogy az előző okokon túl indok lehet az alkalmazható taxonok listájának bővítésére, hogy bővültek technikai lehetőségeink és a fagyról, fagyűrésről, fagyérzékenységről, továbbá fagyvédelemről szóló ismereteink. Többet tudunk a mikro- és mezoklíma jellemzőiről, különösképpen pedig a városklímáról. Mindezeket túl a társadalmi hozzáállás is kezd a számunkra megfelelő irányba mozdulni: a kerttulajdonos kezdi felismerni, hogy ha különleges igényeket fogalmaz meg a kertjében alkalmazott növényssortimentre vonatkozóan, és nem a jól bevált, esetleg őshonos fajokat kívánja viszontlátni leendő kertjében, akkor annak következményei vannak: a növény fokozott védelmet, törődést és anyagi ráfordítást

⁸ arizonica.hu/articles/honfoglalok.htm

igényel, továbbá nagyobb eséllyel pusztul ki, mint más taxonok egyedei. Ugyanezen felelősségtudat sajnos eltúlzott módon mutatkozik meg az Önkormányzatoknál, hiszen kiváló várostűrő, ám kevésbé védett fekvésben fagyérzékeny fajokat a mai napig nem mernek utcafásításra, városi zöldfelületekre betervezni, gátolva ezzel az eleve szűkös növényanyaggal dolgozó településtervezők változatosságra törekvését. Részben ezen problémán kíván segíteni a következő fejezetben bemutatott, Somogyvámos–Krisnavölgy területén található botanikus kertben folyó kísérlet, melynek gyakorlati hasznairól így ír PŐCZE (2008): „a Botanikus Kert példányai alapján választjuk ki azokat a fajokat és fajtákat, amelyeket Krisna-völgy fásításához, kertészeti kialakításához használunk fel”. „Kutatásaink célja, [...] hogy mind szélesebb körben megismertessük a már mintegy 15 éves tapasztalatainkat”.

4.3.2. Kutató központok bemutatása, a kutatási munka

BARABITS (1976) javasolja a Mediterráneumból kiemelt szárazságtűrő fajok keresztezését keleti kontinentális taxonokkal a szubmediterrán klíma tűrésére való nemesítés céljából. Az előző fejezetben leírt okokból kifolyólag napjainkban is folynak ilyen, és ettől eltérő klímaszelekciós kísérletek. Annak ellenére, hogy a mediterrán növények megtelepítése hazánkban már régóta tartó dendrológiai folyamat, az utóbbi években mindinkább aktualitást nyer.

Magyarország területén több helyütt végeznek fagyérzékenységi kísérleteket olyan taxonokkal, melyekről mindeddig nem rendelkezünk termesztési tapasztalatokkal. E kísérletek jelenthetik akár azt is, hogy az adott faj, fajta egy, esetleg néhány példányát kiültetik, majd a többi növényhez hasonló módon, vagy nagyobb odafigyeléssel gondozzák őket, végül pedig a kísérlet eredményét az adja meg, hogy az adott példányok néhány év múlva még élnek-e vagy sem. Ilyen kísérletek szinte minden botanikus kertünkben folynak, ahol találunk olyan taxonokat, melyek melegebb égövből származnak. Számunkra ezen helyszínek felkeresése, leírása nem adna kielégítő mennyiségű új információt, így nem is kerülnek bele szakdolgozatomba. Ellenben néhány arborétumunk és botanikus kertünk célzottan foglalkozik a fagyérzékeny dísznövényekkel, azok nagyobb arányban lelhetőek fel a gyűjteményben, továbbá megfelelő módon dokumentálják is a növények fagyra való reagálását. Ezt jól tükrözi PŐCZE (2009) írása: „Kutatásokat végzünk az éghajlatváltozás szélsőségeihez jól alkalmazkodó növények terén. Egyre több mediterrán és szubtrópusi faj tolerálja enyhe

4. Fagyérzékeny növények

(vagy rövidebb fagyos időszakkal bíró) teleinket, ezek közül némelyik haszonnövényként is fontos lehet a jövőben (*Ziziphus jujuba*, *Ficus carica*, *Actinidia* sp., *Punica granatum*, *Diospyros kaki* stb.). A szélsőségek a hőmérsékletben és a csapadékeloszlásban jelentkeznek. Csupán folyamatos kísérletekkel lehet összeválogatni a módosult éghajlatot jól tűrő növényeket”.

Elsőként említem a Pécsi Tudományegyetem botanikus kertjét (7624 Pécs, Ifjúság útja 6.), ahol a tematikus gyűjtemények közt találjuk a mediterrán fák és cserjék csoportját, a mediterrán sziklakertet, továbbá a télálló kaktusz- és jukkaféléket. Álljon itt egy rövid felsorolás a pécsi botanikus kert legjelentősebb fagyérzékeny növényeiről: *Cupressus sempervirens*, *Punica granatum*, *Ficus carica* változatok, *Lavandula angustifolia* változatok, *Quercus ilex*, *Qu. coccifera*, *Laurus nobilis*, *Paliurus spinachristi*, *Ziziphus jujuba*, *Juniperus oxycedrus*, *J. drupacea*, *Pinus halepensis*, *P. pinea*, *P. pinaster*, *Spartium junceum*, *Cistus laurifolius*, *C. albidus*, *Viburnum tinus*, *Yucca baccata*, *Yucca torreyi*, *Y. elata*, *Y. recurvifolia*, *Y. glauca* ssp. *stricta*, *Y. aloifolia*, *Cercocarpus montanus*, *Juniperus monosperma*, *Mahonia haematocarpa*, *Ephedra procera*, *Opuntia* sp., *Cylindropuntia* sp., *Cunninghamia lanceolata*, *Trachycarpus fortunei*, *Pontirus trifoliata*, *Arbutus unedo*, *Olea europaea*, *Nandina domestica*.

Másik helyszín a Nyugat-Magyarországi Egyetem botanikus kertje (9400, Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.), amely bár főleg az *Abies*, *Picea*, *Juniperus* és egyéb örökzöldekből álló gyűjteményére lehet méltán büszke, mégis a növényállományában nagy arányban fedezhetőek fel lombhullató, melegebb éghajlatról származó növények is, melyeket a 4.3.3. fejezetben található taxonlistában megjelöltem.

A Somogyvámosi Botanikus Kert, az előzőektől eltérően nem oktatási intézményhez tartozik, hanem a magyarországi Krisna-tudatú hívők összefogásának köszönhetően, polgári kezdeményezésre alakult. A botanikus kert Somogyvámos község Krisnavölgy településrészén található, mely vallási, kulturális és idegenforgalmi központ. 11 hektáron közel 800, főként ázsiai géncentrumú taxon található. A kert 2008 óta a Magyar Arborétumok és Botanikus Kertek Szövetségének tagja. PŐCZE (2009) írásában olvashatjuk: „2001-ben kezdtük el botanikus kertünk tervezését és kialakítását”, terveket Vojtek Tímea, a Szent István Egyetem hallgatója, készítette el, Jámbor Imre konzultálásával (vö. Vojtek Tímea: 108 fa kertje : Krisna arborétum Somogyvámoson c. diplomamunkával). KUN (2009) szóbeli közlése szerint a Somogyvámosi Botanikus Kert területén tervbe van véve a kutatásdokumentálás

4. Fagyérzékeny növények

tudományos háttérét segítő meteorológiai állomás felépítése, ám anyagi és infrastruktúra-tervezési megfontolások miatt a beruházás egyelőre várat magára.

„Számos szárazabb és melegebb éghajlatról származó növényfajt- és fajtát honosítottunk meg, köztük olyanokat is, amelyekről korábban nem, vagy alig rendelkeztek magyarországi nevelési tapasztalatokkal. Vizsgálatainkban a világ legkülönbözőbb régióiból származó lágyszárú-, fa- és cserjefajok klimatikus-ökológiai igényét teszteljük, és vizsgáljuk a klímaváltozásra adott reakcióikat.” (RÉV 2008) PÖCZE (2008) rámutat: a „távlati cél, hogy azokat a fajtákat válogassuk ki, amelyek ellenállóságuk, növekedési sajátosságaik, és általános tűrőképességük folytán a változó – és várhatóan mind szélsőségebb – éghajlati feltételek mellett is termesztethők lesznek.” Helyszíni bejárásom során úgy tapasztaltam, hogy a Somogyvámosi Botanikus Kert dinamikusan fejlődik, ám növényanyaga olyan fiatal, hogy messzemenő következtetéseket a fagyra való reakciójukból csak fenntartásokkal érdemes levonni. A fagyűrési kísérletek nem célzottan valósulnak meg, és megfelelő mélységű dokumentálásuk még hiányzik, de mindezek ellenére szakdolgozatomhoz igen sok információt nyújtottak.

Az előző három esettől eltérő módon célzott kutatást végeznek 2006. év vége óta a Pannon Egyetem Georgikon Karán, a Növény- és Környezettudományi Intézethez tartozó Kertészeti Tanszéken. BARACSI (2009) közlésében így nyilatkozott: „pályázat keretében olyan fajokat ültettünk el a Keszthelyen lévő kísérleti ültetvényünkben, amelyeknek szélesebb körben való alkalmazására éppen fagyérzékenyséjük miatt nem került eddig sor”. A projektről az egyetem internetes honlapján az alábbiakat olvashatjuk: „A mediterrán térségből származó dísnövények telepítésével régóta foglalkoznak Magyarországon. Keszthely környéke, a Balaton közelsége miatt kialakult szubmediterrán jelleg következtében alkalmas arra, hogy a mediterrán területekről származó növényeket kiültessük. Munkánk ennek megfelelően a hazánkénál melegebb telű területekről származó, elsősorban lomblevelű örökzöld díszcserjék vizsgálatára irányul, mellyel hozzá kívánunk járulni az általunk tanulmányozott fajok és fajták minél szélesebb körű elterjesztéséhez.”⁹ Az előbbieken vázolt célok megvalósítására 2007 júniusában 42 taxonból kikerülő 1118 egyed ültettek el három kísérleti területre. A kutatási módszerekről az világhálós forrásban¹⁰ olvashatunk.

⁹ www.georgikon.hu/INTERREGIIIA/index.htm

¹⁰ www.georgikon.hu/INTERREGIIIA/index.htm

4. Fagyérzékeny növények

„Vizsgálatainkat mindössze egy vegetációs és nyugalmi időszakban végeztük, amely túl rövid idő a messzemenő következtetések levonására. Szükségesnek tartjuk a kísérletbe vont fajok további megfigyelését annak érdekében, hogy a termesztéssel és felhasználással foglalkozó szakembereknek minél több információt szolgáltatassunk, segítve ezzel a klímaváltozásra való felkészülést, új fajok és fajták termesztésbe vonását.”¹¹

Az eddigiekben bemutatam hazánk fagyérzékeny növények megismerésében és megismertetésében legjelentősebb botanikus kertjeit és felsőoktatási intézményeit. Következzen most az értékesítési oldal feltárása! Magyarországon kevés forgalmazó specializálódott az enyhébb télű területekről származó dísnövények árusítására. Ugyanakkor igen sok faiskolánk kínálatában szűk választékban, de megjelennek fagyérzékeny növények, ám ezek jelentős része a közép-olaszországi termesztőtájról származó mediterrán növényanyag, amelyre jellemző hátrányokat korábban már ismertettem. (vö. II./1.5.2. fejezettel) Ellenben működik néhány olyan faiskola is hazánkban, mely profiljában felvállalt módon forgalmaz fagyérzékeny taxonokat.

Az egyik nagyobb, csomagküldő szolgáltatóként működő, Dlusztus Miklós és Huber Kálmán által vezetett faiskola a Treemail Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. (7763 Egerág, 726 hrsz.), mely a világhálón közzétett katalógusában, hiányosságokkal ugyan, de feltűnteti a növények fagyérzékenységi zónarendszerbe történő besorolását.

Hódi Tóth József méltán híres faiskolája az Arizonica Kertészet (8083 Csákvár, Jókai u.4/b), amelynek téltűrő növényválasztékáról a tulajdonos így nyilatkozik: „magyar faiskolákban ritkán vagy soha nem árusított fajok és fajták is vannak kínálatunkban”¹². A szaporítóanyagot Magyarország területéről szerzik be, és szándékosan nehéz körülmények közt nevelik az egyedeket (edzési folyamat). A kertészet és a hozzá tartozó arborétum helyszíni bejárásának hatására úgy gondolom, a faiskolai lerakat fontos kiindulópontja az újabb fagyérzékeny taxonok elterjesztésének.

Kiss Jenő által vezetett online faiskolai lerakat (www.bambuszkertesz.hu) télálló bambuszokra specializálódott. Internetes katalógusában minden taxonhoz megjeleníti a fagytűrési küszöbértékét.

Az utolsóként bemutatott faiskola, a Pálmaliget Kereskedelmi, Kertészeti és Szolgáltató Bt. (5430 Tiszaföldvár, Árvai út 33.) honlapján az alábbiakat olvashatjuk:

¹¹ www.nullextra.org/wiki/A_mediterran_teruletekről_származó_fás_szárú_dísnövények_termesztési_lehetőségeinek_vizsgálata

¹² www.arizonica.hu/okologia.htm

„Cégünk 2006 nyarán alakult. Eleinte egzotikus és mediterrán növények termesztésével, kiskereskedelmi értékesítésével, valamint importjával foglalkoztunk. [...] Fontosnak tartjuk, hogy [...] mediterrán jellegű növények megismerését és elterjedését támogassuk, ezért még 2006 februárjában létrehoztunk egy információs közösségi portált, ahol szakmai és növénytartási ismereteinket osszuk meg olvasóinkkal [...]. A kertépítők, kertészetek számára lehetőséget biztosítunk az általunk termesztett egzotikus növények, különleges fenyőfélék nagykereskedelmi beszerzésére.”¹³

A fagyérzékeny, eddig a hazai botanikusok előtt kevésbé ismert fás szárú taxonok felkutatásában, tudományos dokumentálásában élenjáró munkát végez a Nemzetközi Dendrológiai Alapítvány, amely 1995-ben alapult meg, és 2000 óta közhasznú szervezetként működik. „A megalakulásakor kitűzött célok között első helyen szerepel a természetismereti műveltség terjesztése, a szakismereti és alkalmazott botanikai-elsősorban a környezetvédelmi és tájlesztítikai-műveltség, mai kifejezéssel a 'környezettudatos nevelés' elősegítése. Különös hangsúlyt kapott a világ mérsékelt égövi növényzete, főleg a világ mérsékelt övi erdei és fái jobb megismerése, a természetes erdőtársulások dokumentálása, fajainak rendszertana és forrásteremtés az ilyen munkák támogatására. Ugyancsak kulcsszerepet láttunk a tudományos ismeretterjesztésben és önkéntesek (természetkedvelők) munkába vonásában.”¹⁴ A Budakeszi határában működő alapítványi bemutatókert igen sok, hazánkban nem forgalmazott dísznövény szabadföldi kiültetésben való megtekintését teszi lehetővé, mely taxonok közül több bemutatásra kerül a következő fejezetben.

A pálmák mint speciális dísznövénycsoport téltűrési kutatásairól a terület különlegessége és dokumentáltsága miatt nem szólok, hiszen azt jól összegzi KOVÁCS (2006).

4.3.3. Az újabb fagyérzékeny taxonok bemutatása

A 4.3.2. fejezetben felsorolt dendrológiai vállalkozások közül növényanyagában és tudományos megalapozottságában élenjáró budakeszi (Nemzetközi Dendrológiai Alapítvány) és csákvári (Arizonica Kertészet) bemutatókertek, továbbá a fiatal, de egyre nagyobb jelentőségre szert tevő Somogyvámosi Botanikus Kert helyszíni megismerése alapján összeállítottam az alábbi növénylistát, melyet kiegészítettem a keszthelyi, kevés taxont vizsgáló, de tudományos módszereket alkalmazó kísérletek növényanyagával,

¹³ palmaliget.hu

¹⁴ dendrologia.eu/index.php

4. Fagyérzékeny növények

továbbá a Soproni Botanikus Kert világhálón fellelhető taxonlistájával. A Pécsi Botanikus Kert szubtrópusi fajainak vizsgálata KISS (2005) diplomamunkájának köszönhetően szükségtelennek mutatkozott.

A felsorolt taxonok közt fajtát nem jelöltem meg, hiszen a fagytűrés, mint rejtett képesség fajra jellemző tulajdonság, melyet célzott szelekcióval, hidegnek ellenállóbb fajták nemesítésével lehet megerősíteni. A megjelölt helyszíneken ezért gyakorta az alapfaj helyett valamely fajta lelhető fel. Az alábbi lista olyan növényeket tüntet fel, melyek kevésbé ismertek, nehezen beszerezhetőek, és nagy valószínűséggel megfelelő mezo- és mikroklimatikus adottságok és esetleges téli védelem mellett jól áttelelnek. Ennek bizonyítására célzott kutatások indítása szükséges. Mivel ezek még – a keszthelyi kísérlet kivételével – gyakorlatilag nem indultak meg, csak a helyszíni, néhány éves tapasztalatok alapján feltételezhető e növények klímátűrése.

Félkövén szedtem a – szubtrópusi származást ismerve – igen jó hidegtűrésűnek mondható taxonokat BEDE-FAZEKAS (2009) közlése alapján. A növények magyar nevét is feltüntettem, amennyiben van ilyen. Dőlt szedéssel jeleztem, ha az egy külföldi név szó szerinti fordítása, és elterjedt magyar név nem ismert. A táblázat a–e oszlopainak értelmezése az alábbi:

- a Somogyvámosi Botanikus Kert
- b Nemzetközi Dendrológiai Alapítvány budakeszi bemutató kertje
- c Soproni Botanikus Kert
- d Pannon Egyetem keszthelyi kísérlete
- e Arizonica Kertészet csákvári bemutató kertje

Növény tudományos neve	Növény magyar neve	Származási helye	a	b	c	d	e
Abies bracteata	Santa Lucia jegenyefenyő	Kalifornia		x			x
Abies equi-trojani	Trójai jegenyefenyő	Kis-Ázsia	x				x
Abies lowiana	Szierrai szürke jegenyefenyő	Sziklás-hegység	x				x
Abies salouenensis	Szalvéni jegenyefenyő	Kína	x				x
Acer capillipes	Parókás juhar	Japán	x	x	x		
Acer davidii	Dávid- v. közép-kínai juhar	Közép-Kína	x		x		x
Acer kawakami	Tajvani jegenyefenyő	Tajvani-hegység		x			
Acer laurinum	Indonéz juhar	Délkelet-Ázsia, Indonézia		x			

4. Fagyérzékeny növények

Növény tudományos neve	Növény magyar neve	Származási helye	a	b	c	d	e
Acer sempervirens syn. Acer orientale	Örökzöld juhar	Kréta, Görögország		x	x		
Aesculus californica	Kaliforniai vadgesztenye	Kalifornia		x			
Aesculus indica	Indiai vadgesztenye	Észak-India	x	x	x		
Aesculus parviflora	Cserjés vadgesztenye	Észak-Amerika	x	x	x		
Asimina triloba	Annónacserje	Kelet-USA	x				
Aucuba japonica var. borealis	Északi babérsom	Észak-Japán		x			
Berberis darwini	Darwin-borbolya	Chile	x				
Berberis morrisonensis	Morrison-borbolya	Tajvan	x				x
Cedrela sinensis syn. Toona sinensis	Kínai susogófa	Kelet- és Délkelet-Ázsia	x				
Cephalanthus occidentalis	Gombcserje, gömbvirágcsereje	Kelet- és Dél- Észak-Amerika	x				
Cephalotaxus fortunei	Hosszúlevelű ártiszafa	Kína		x			
Chionanthus retusus	Kínai hópehelyfa	Kelet-Ázsia		x			
Chionanthus salicifolius	Fűzlevelű hópehelyfa			x			
× Chitalpa tashkentensis	Rózsaszín trombitafa	(Üzbegisztán)	x	x			
Choisya "Aztec Pearl"	Narancsvirág hibrid	(Nagy-Britannia)		x			
Choisya ternata	Mexikói narancsvirág	Mexikó	x				
Clerodendrum bungei	Vörösdő végzetfa	Kína	x	x			
Cornus capitata	Fejecskés som	Délkelet-Ázsia	x		x		
Cornus kousa syn. Benthamidia kousa	Csillagsom	Kelet-Ázsia	x				
Cupressus abramsiana	<i>Santa Cruz-ciprus</i>	Kalifornia		x			
Cupressus bakeri	Oregoni ciprus	Észak-Kalifornia, Dél-Oregon		x			x
Cupressus cashmeriana	Kasmíri ciprus	Himalája	x				
Cupressus chengiana	Szecsuaní valódi ciprus	Kína		x			x
Cupressus duclouxiana	Jünnani ciprus	Dél-Kína		x			x
Cupressus dupreziana	Tasszili ciprus	Algéria	x				x
Cupressus funebris	Könnyező ciprus	Kína		x			x
Cupressus gigantea	Tibeti ciprus, óriásciprus	Tibet	x	x			x
Cupressus macnabiana	Maknab-ciprus, kis szerpentinciprus	Észak-Kalifornia		x			x
Cupressus macrocarpa	Monterey-ciprus	Kalifornia	x				x
Cupressus nevadensis syn. C. arizonica ssp. nevadensis	Kék arizóniai ciprus	Kalifornia		x			x
Cupressus sargentii	Nagy szerpentinciprus	Kalifornia		x			x
Cupressus torulosa	Himalájai valódi ciprus	Himalája	x	x			x
Daphne retusa	<i>Ázsiai boroszlán</i>	Kína		x			
Daphniphyllum macropodium	<i>Hamisboroszlán</i>	Kína, Korea, Japán		x			
Elaeagnus bockii	Szecsuaní ezüstfa	Kína		x			
× Fatshedera lizei	Szőlőborostyán	(Franciaország)		x			
Halesia carolina	Harangvirágfa	Délkelet-USA	x				

4. Fagyérzékeny növények

Növény tudományos neve	Növény magyar neve	Származási helye	a	b	c	d	e
Hamamelis mollis	Kínai varázsmogyoró	Kína	x		x		
Helwingia chinensis	<i>Kínai csodasom</i>	Nyugat-Kína	x	x			
Helwingia japonica syn. Osyris j.	<i>Japán csodasom</i>	Kína, Japán		x			
Heptacodium miconioides syn. H. jasminoides		Kína		x			
Holboellia coriacea		Nyugat-Kína		x			
Hovenia dulcis syn. H. inequalis	Japán mazsolafa	Japán, Korea, Kína	x	x	x		
Ilex cornuta	Szarvas magyal	Kelet-Kína, Korea				x	
Ilex latifolia	Széleslevelű magyal	Kína, Japán		x			
Juniperus oxycedrus	Vöröstermésű boróka	Mediterránum, Nyugat-Ázsia		x	x		x
Juniperus rigida	Mandzsú boróka	Északnyugat-Kína, Mandzsúria, Japán		x	x		x
Kalopanax pictum syn. K. septemlobus	Juharlevelű túskefa	Kína, Japán		x	x		
Kalopanax pictum var. maximowiczii syn. Aralia maximowiczii	<i>Maximowicz-túskefa</i>	Kína, Japán		x			
Ligustrum japonicum (var. texanum)	Japán fagyal	Japán		x	x	x	
Ligustrum lucidum	Fényeslevelű fagyal	Japán		x	x		
Ligustrum sinense	Kínai fagyal	Kína			x	x	
Ligustrum yunnanensis	Jünnani fagyal	Kína		x			
Magnolia sieboldii	Kisvirágú liliomfa	Kína, Japán, Korea	x				
Mahonia trifoliata	<i>Mexikói borbolya</i>	Texas, Arizona, Új-Mexikó, Mexikó	x				x
Melia azedarach	Imafüzérfa	Észak-India, Kína	x				
Melia chinensis	<i>Kínai imafüzérfa</i>			x			
Myrica pensylvanica	<i>Északi fenyérmirtusz</i>	Kelet-USA		x			
Osmanthus americanus	<i>Amerikai illatcserje</i>	Kelet-USA		x			
Osmanthus serrulatus	<i>Fűrészes illatcserje</i>	Kelet-Kína		x			
Phellodendron amurense	Amúri parásfa	Észak-Kína, Mandzsúria	x		x		
Phillyrea angustifolia	Keskenylevelű olajfagyal	Mediterránum, Portugália		x	x	x	
Phillyrea latifolia	Széleslevelű olajfagyal	Mediterránum, Portugália		x	x		
Photinia beardiana	<i>korallberkenye</i>		x				

4. Fagyérzékeny növények

Növény tudományos neve	Növény magyar neve	Származási helye	a	b	c	d	e
Phyllostachys vivax f. aureocaulis	Aranyfényű kínai botnád	Kelet-Kína	x				
Picea orientalis	Keleti luc, kaukázusi luc	Kis-Ázsia, Kaukázus, Észak-anatóliai-hegység	x		x		
Picea smithiana	Himalájai luc, himalájai csüngőágú luc	Himalája		x	x		x
Pieris japonica	Japán babérhanga	Japán	x				
Pinus armandii	Kínai selyemfenyő, kínai dió-selyemfenyő	Nyugat- és Közép-Kína, Korea, Tajvan		x	x		x
Pinus attenuata	Kaliforniai kampósfenyő	Kalifornia		x			
Pinus bungeana	Kínai mandulafenyő, platánkergű fenyő	Észak- és Közép-Kína	x	x	x		
Pinus coulteri	Óriástobozú fenyő	Kalifornia	x	x	x		x
Pinus densiflora	Japán erdeifenyő, vöröskergű fenyő	Japán, Korea	x		x		x
Pinus eldarica syn. Pinus brutia var. eldarica	Grúz aleppófenyő, afgán fenyő	Kelet-Mediterráneum, Kaukázus	x	x			x
Pinus gerardiana		Nyugat-Himalája		x			x
Pinus halepensis	Aleppói fenyő	Dél-Európa, Nyugat-Ázsia	x	x			
Pinus jeffreyi	Nagytobozú sárgafenyő	Dél-Oregon, Kalifornia	x	x	x		x
Pinus lambertiana	Cukorfenyő	Nyugat-Észak-Amerika	x				
Pinus monophylla	Egylevelű fenyő	Nyugat-USA	x				x
Pinus peuce	Macedón fenyő	Balkán	x		x		x
Pinus pinaster	Tengeri fenyő	Nyugat-Mediterráneum		x	x		
Pinus radiata	Monterey-fenyő	Kalifornia		x	x		x
Pinus sabiniana	Karmos mandulafenyő	Kalifornia		x			x
Podocarpus acutifolius	<i>kőtiszafa</i>	Új-Zéland		x			
Prunus capuli syn. Prunus serotina ssp. capuli	<i>Mexikói fürtösmeggy</i>	Mexikó		x			
Prunus lusitanica	Portugál babérmeggy	Nyugat-Európa	x	x	x	x	
Pseudosasa japonica	Japán nyílbambusz	Japán	x				
Quercus faginea	Ibériai tölgy			x			
Quercus lyrata	Lantlevelű tölgy	USA	x	x	x		x
Quercus phellos	Fűzlevelű tölgy	Kelet-Észak-Amerika	x		x		
Quercus phylliraeoides	Olajmagyal-levelű tölgy	Kína, Japán	x	x	x		x
Quercus pontica	Pontuszi tölgy	Örményország, Kaukázus	x	x	x		x

4. Fagyérzékeny növények

Növény tudományos neve	Növény magyar neve	Származási helye	a	b	c	d	e
Quercus rotundifolia	Kereklevelű tölgy	Nyugat-Mediterráneum		x			
Quercus variabilis	Változékony tölgy	Észak-Kína, Korea, Japán	x		x		x
Quercus velutina	Amerikai festőtölgy	Észak-Amerika	x		x		x
Rhamnus alaternus	Örökzöld benge	Mediterráneum		x	x		
Rhamnus californica var. tomentella	Kaliforniai benge	Kalifornia		x			
Rhus copallina	<i>Törpe szömörce</i>	Észak-Amerika		x	x		
Rhyncospermum jasminoides	Csillagjázmin	Japán				x	
Rubus tricolor	<i>Örökzöld kínai szeder, kúszó szeder</i>	Nyugat-Kína		x	x		
Sarcococca confusa	Bokros bogyóspuszpáng	Nyugat-Kína	x	x			
Sarcococca hoockeriana	<i>bogyóspuszpáng</i>	Észak-Kína		x		x	
Sasa kuriliensis	<i>törpebambusz</i>	Japán, Korea	x				
Sassafras albidum	Szasszafrász	Kelet-USA	x				
Sequoia sempervirens	Tengerparti mamutfenyő	Kalifornia, Oregon		x	x		
Sideritis scardica	<i>sármányvirág</i>		x				
Sorbus ullong syn. Sorbus conmixta "Ullong"	<i>Ullong-berkenye</i>	Japán	x				
Spiraea trilobata	Háromkaréjú gyöngyvessző	Kelet-Ázsia		x			
Stephanandra incisa	<i>gyöngyvesszőkoszorú</i>	Japán, Korea	x				
Stephanandra tanakae	<i>gyöngyvesszőkoszorú</i>	Japán	x	x			
Stranvaesia davidiana var. undulata syn. Photinia d. v. u.	Vietnámi korallberkenye	Nyugat-Kína		x			
× Sycoparrotia semidecidua				x			
Taxus cuspidata	Japán tiszafa	Kurili-szigetektől Kyushuig	x		x		
Teucrium fruticans	Cserjés gamandor	Észak-Amerika		x		x	
Tilia maximowicziana	Maximowitz-hárs	Japán		x	x		
Torreya californica	Kaliforniai nagymagvútiszafa	Kalifornia		x	x		
Torreya jackii	Csüngőtűs nagymagvútiszafa	Kína		x			
Torreya nucifera	Japán nagymagvútiszafa, japán muskotályfenyő	Közép- és Dél-Japán		x	x		
Ulmus parviflora syn. U. chinensis	Kínai szil	Kelet-Ázsia	x		x		
Viburnum cinnamomifolium	Fahéjlevelű bangita	Nyugat-Kína		x		x	
Viburnum wrightii	<i>Wright-bangita</i>	Japán		x			

4. Fagyérzékeny növények

Növény tudományos neve	Növény magyar neve	Származási helye	a	b	c	d	e
Xanthoceras sorbifolium	Sárga szarvfa	Észak-Kína	x				
Yucca elata	Szappan jukka	Dél-USA, Észak-Mexikó	x				x
Yucca gloriosa	Törzsös pálmaliliom	Délkelet-USA	x	x			x
Zanthoxylum alatum	Tüskéssárgafa	Kelet-Ázsia	x				

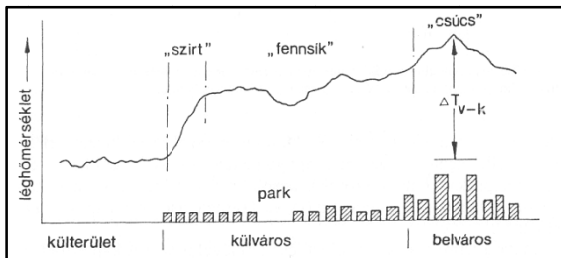
5. ÖSSZEGZÉS

Kutatásaimat legtömörebben a 4.3.3. fejezetben bemutatott növénylista foglalja össze, mely kertészeti szempontból alig vagy egyáltalán nem ismert taxonokat sorol fel. E növények téltűrése nem garantált, nem bizonyított, mégis a szakdolgozatom korábbi fejezeteiben megismert okokból kifolyólag a faiskolai kínálatban való megjelenésük, és a szakmai köztudatba való beépülésük erősen indokolt. A hazánkban folyó, szubtrópusi növények magyarországi telepíthetőségét vizsgáló, illetve e növényeket megismertetését célzó kutatási-oktatási programok száma, valamint azok támogatottsága és hatása sajnálatosan kevés. Ez az állapot mindaddig nem is fog megváltozni, míg a növényalkalmazással foglalkozó szakemberek elzárkóznak az egyértelmű ténytől: a klímaváltozás és egyéb folyamatok hatására a napjainkban általánosan telepített taxonok listája elavult, ezért annak tudatos átgondolására van szükség, melyhez szükséges a szakemberek megfelelő – ma még nem érzékelhető – nyitottsága. Remélem, szakdolgozatommal szervesen hozzájárulok majd e lassú és kényszerű folyamat megindulásához!

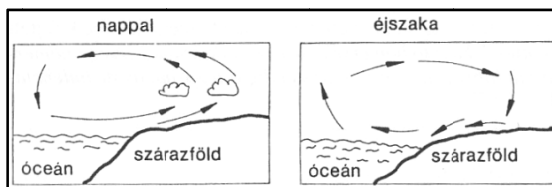
6. FÜGGELÉK

	J.	F.	M.	Á.	M.	J.	J.	A.	Sz.	O.	N.	D.	Év
Középhőmérséklet (°C)													
Charleston	10,2	10,8	13,7	17,9	22,2	25,7	26,7	26,5	24,2	19,0	13,3	10,0	18,3
Hiroshima	4,2	4,7	7,6	12,7	17,1	21,0	25,4	26,6	22,7	16,7	11,5	6,6	14,7
Durban	23,4	23,8	23,2	21,2	18,9	16,2	16,3	17,2	18,4	19,9	21,2	22,5	20,2
Brisbane	25,0	24,7	23,6	21,2	18,2	15,8	15,0	16,1	18,1	20,7	22,5	24,3	20,4
Csapadékösszeg (mm)													
Charleston	65	84	100	73	92	126	196	168	148	72	53	72	1249
Hiroshima	45	70	106	158	154	249	250	116	216	115	67	51	1596
Durban	119	127	126	94	59	36	29	43	63	94	125	129	1044
Brisbane	143	183	147	78	57	56	49	30	45	77	92	136	1092
Relatív nedvesség (%)													
Charleston	76	74	71	73	74	77	79	79	80	79	76	76	76
Hiroshima	72	71	71	72	75	80	82	79	80	76	75	73	75
Durban	81	81	81	80	76	71	72	75	78	81	81	81	78
Brisbane	67	72	73	70	68	66	65	62	64	64	65	66	67

1. táblázat. Éghajlati átlagok a nedves szubtrópusi klímaövezet területéről (PÉCZELY 1979 p.248)



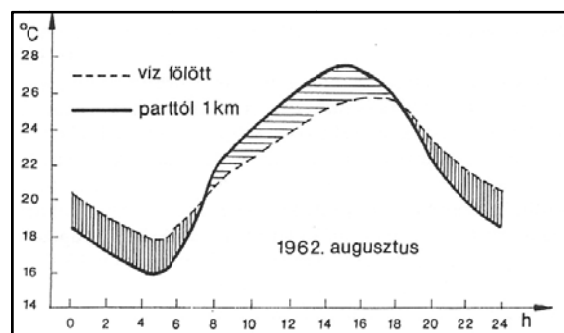
1. ábra. A városi hősziget vázlatos keresztmetszeti képe (TÓKEI 1997b p.225)



3. ábra. A tengerparti szél áramlási képe (TÓKEI 1997b p.237)

	J.	F.	M.	Á.	M.	J.	J.	A.	Sz.	O.	N.	D.	Év
Középhőmérséklet (°C)													
Rosztov	-5,3	-4,9	-0,1	9,4	16,8	20,9	23,5	22,3	16,4	9,0	2,4	-2,7	9,0
Targaj	-16,8	-15,6	-8,6	6,6	16,1	22,2	24,0	22,0	15,1	5,5	-5,2	-13,7	4,3
North Platte	-4,4	-2,3	1,7	8,7	14,7	20,6	24,5	23,6	17,6	10,6	1,9	-2,6	9,6
Csapadékösszeg (mm)													
Rosztov	38	41	32	39	36	58	49	37	32	44	40	37	483
Targaj	12	10	9	17	16	18	27	14	9	19	12	14	177
North Platte	11	13	25	51	75	53	64	54	42	23	13	10	464
Relatív nedvesség (%)													
Rosztov	87	85	80	67	59	61	58	58	62	75	82	87	72
Targaj	81	82	82	65	50	43	46	48	48	64	78	84	64
North Platte	74	74	69	58	64	63	60	60	57	59	65	72	65

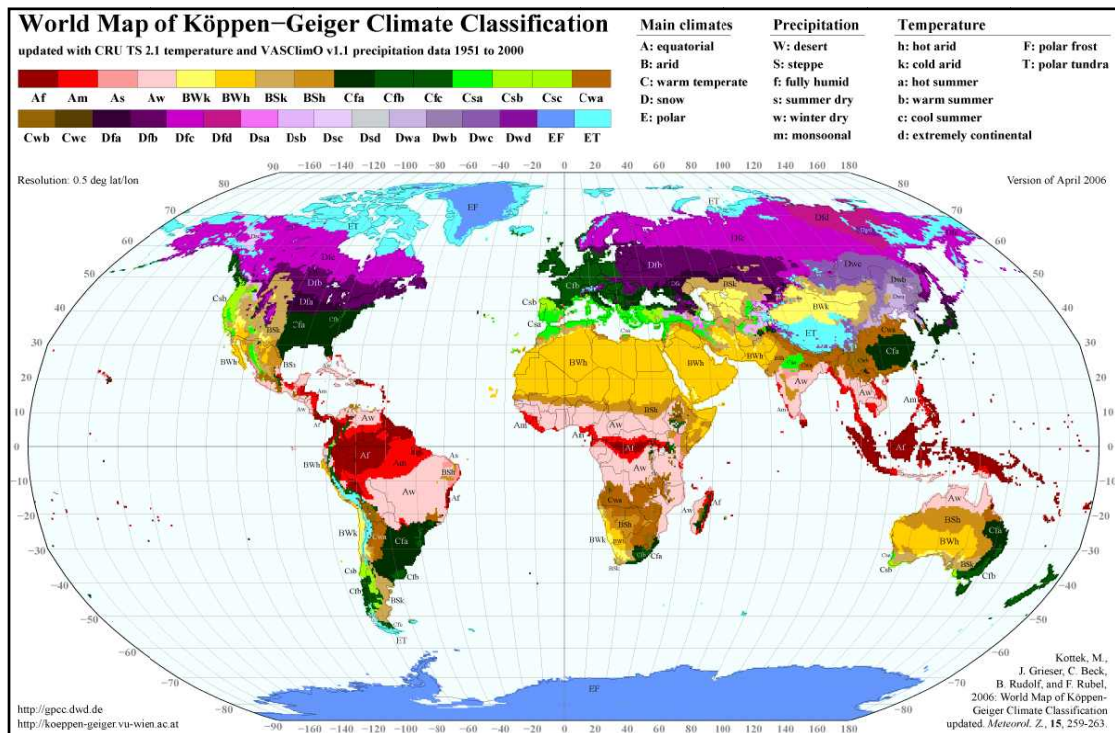
2. táblázat. Éghajlati átlagok a közepes földrajzi szélességek sztyepp területéről (PÉCZELY 1979 p.246)



2. ábra. A víz feletti és szárazföldi hőmérséklet átlagos napi járása (Siófok, a parttól 1 km távolságra) (TÓKEI 1997b p.238)

	J.	F.	M.	Á.	M.	J.	J.	A.	Sz.	O.	N.	D.	Év
Középhőmérséklet (°C)													
Sevilla	10,3	11,6	14,1	16,4	19,2	23,4	26,3	26,3	23,7	19,2	14,5	11,0	18,0
Athén	9,3	9,9	11,3	15,3	20,0	24,6	27,6	27,4	23,5	19,0	14,7	11,0	17,8
San Diego	13,1	13,7	14,7	16,1	17,5	18,7	20,9	21,5	20,8	18,7	16,3	14,2	17,2
Perth	23,4	23,9	22,2	19,2	16,1	13,7	13,1	13,5	14,7	16,3	19,2	21,5	18,1
Cape Town	20,7	20,0	18,9	16,9	14,5	13,0	12,2	12,9	14,0	15,7	18,3	19,7	16,4
Csapadékösszeg (mm)													
Sevilla	73	59	90	51	36	9	1	5	25	66	68	76	559
Athén	62	36	38	23	23	14	6	7	15	51	56	71	402
San Diego	51	55	40	20	4	1	0	2	4	12	23	52	264
Perth	7	12	22	52	125	192	183	135	69	54	23	15	889
Cape Town	19	13	25	50	93	95	100	82	63	44	25	20	629
Relatív nedvesség (%)													
Sevilla	80	76	74	67	64	58	54	55	63	70	78	81	68
Athén	74	70	67	63	59	53	47	47	56	67	73	75	63
San Diego	66	62	64	67	67	71	71	71	71	69	61	57	66
Perth	51	47	55	60	66	73	73	69	68	63	55	53	60
Cape Town	69	72	73	78	82	80	82	78	75	73	69	68	75

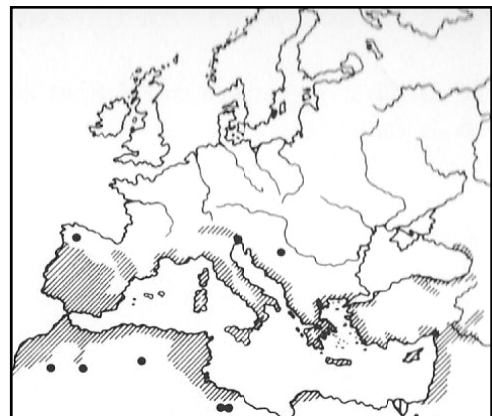
3. táblázat. Éghajlati átlagok a mediterrán klímaövezet területéről (PÉCZELY 1979 p.247)



4. ábra. A Föld éghajlati felosztása Köppen rendszere szerint (sql.org/files/wiki/climate/koeppen-map-large.gif)



1. kép. Örökzöld mediterrán cserjés (machia) az Isztriai-félsziget nyugati partján (PÓCS felvétele, PÓCS 1981 p.70)



5. ábra. Az *Olea europaea* elterjedési területe (WALTER nyomán, PÓCS 1981 p.71)

	J.	F.	M.	Á.	M.	J.	J.	A.	Sz.	O.	N.	D.	Év
Középhőmérséklet (°C)													
Brest	6,1	5,8	7,8	9,2	11,6	14,4	15,6	16,0	14,7	12,0	9,0	7,0	10,8
Valentia	7,0	6,8	8,3	9,4	11,5	13,8	15,0	15,4	14,0	11,6	9,1	7,8	10,8
Tatoosh	5,6	6,2	6,8	8,6	10,6	12,2	13,1	13,3	12,7	11,1	8,4	6,9	9,6
Puerto Aysen	14,1	13,5	11,4	9,1	6,6	4,5	4,5	5,0	7,0	9,1	10,9	12,8	9,0
Csapadékösszeg (mm)													
Brest	133	96	83	69	68	56	62	80	87	104	138	150	1126
Valentia	164	107	103	74	86	81	107	95	122	140	151	168	1398
Tatoosh	275	221	212	133	76	72	59	50	90	209	267	309	1973
Puerto Aysen	206	205	255	230	326	274	318	313	207	210	193	204	2941
Relatív nedvesség (%)													
Brest	90	87	85	82	83	85	85	85	88	88	89	89	86
Valentia	84	84	82	78	76	80	84	84	84	85	85	84	83
Tatoosh	85	83	81	79	81	87	90	92	88	86	81	85	85
Puerto Aysen	76	80	81	85	88	90	89	87	84	81	79	76	83

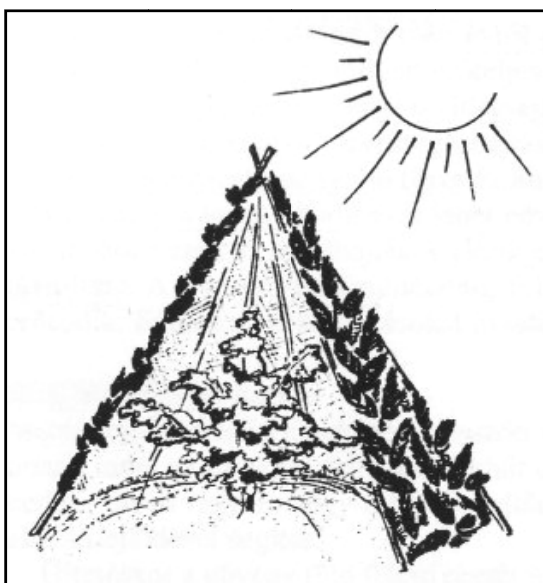
4. táblázat. Éghajlati átlagok az enyhe tengerparti klíma területéről (PÉCZELY 1979 p.249)



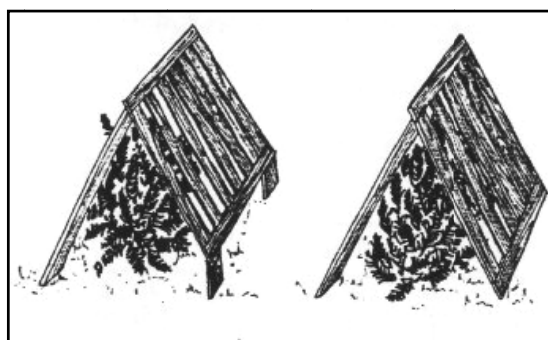
2. kép. Aktív fagyvédelem kisugárzáscsökkentő takarással (BEGYIK 2009 nyomán)



3. kép. Aktív fagyvédelem propelleres levegőkeveréssel (BEGYIK 2009 nyomán)



6. ábra. Árnyékolás fenyőgallyal (PÁRKÁNYI 2007 p.175)



7. ábra. Örökzöldek és fenyőfélék árnyékolása lécárnyékolóval (PÁRKÁNYI 2007 p.225)



8. ábra. Örökzöldek téli takarása (PÁRKÁNYI 2007 p.225)

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. ATTENBOROUGH, David et al. 1998 (1989). Az élővilág atlasza (The Atlas of the Living World). Budapest, Geopen Könyvkiadó
2. BACSÓ Nándor 1966. Bevezetés az agrometeorológiába. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó
3. BALOGH András 2005. A kert élő műalkotás. In: Lelkes Lajos. Virágoskert, pihenőkert. Budapest, Mezőgazda Kiadó
4. BARABITS Elemér 1978. Hozzászólás az 1976-os Dendrológiai Tanácskozáshoz. In: Terpó András. A fák és a város. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó
5. BARTHOLY Judit, PONGRÁCZ Rita 2008. Regionális éghajlatváltozás elemzése a Kárpát-medence térségére. In: Harnos Zsolt, Csete László. Klímaváltozás: környezet - kockázat – társadalom. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház
6. CHMELARĚ, J. 1978. Városi zöldfelületek fás növényeinek ökológiája. In: Terpó András. A fák és a város. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó
7. CZENTYE Richárd 2004. Mediterrán növények hazai alkalmazási lehetőségei és szaporítása. diplomamunka, BKÁE
8. ERDŐS Katalin, Martonné 1996. Magyarország természeti földrajza. Debrecen, Kossuth Egyetemi Kiadó
9. FEKETE Gábor 1981. Az ökológiai niche. In: Hortobágyi Tibor, Simon Tibor. Növényföldrajz, társulástan és ökológia. Budapest, Tankönyvkiadó
10. FRANG Gyula 1985. Mediterrán igényű díszfák és díszcserjék szaporítási és nevelési kérdései. Budapest, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem
11. GAÁL Márta 2008. A növénytermesztés klimatikus feltételeinek valószínűsíthető változásai. In: Harnos Zsolt, Csete László. Klímaváltozás: környezet - kockázat - társadalom. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház
12. GARANCSY Mihály 1999. A növények fagytűrése. In: Természetbúvár. 1999/6,
13. HARNOS Zsolt 2008. Előszó. In: Harnos Zsolt, Csete László. Klímaváltozás: környezet - kockázat - társadalom. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház
14. HÓDI TÓTH József. Honfoglalók próbatétele. arizonica.hu/articles/honfoglalok.htm
15. HÓDI TÓTH József. Ökológiai és evolúciós alapok. , arizonica.hu/okologia.htm

- 16.** HORVÁTH Levente 2008. A földrajzi analógia alkalmazása klímaszcenáriók vizsgálatában. In: Harnos Zsolt, Csete László. Klímaváltozás: környezet - kockázat - társadalom. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház
- 17.** JÓZSA Miklós 1993. Fenyők és örökzöltek a kertben. Budapest, Botanika Kiadói és Reklám Kft.
- 18.** JUSTYÁK János 1997a. Az éghajlatot alakító tényezők, az éghajlat tipizálása. In: Szász Gábor, Tőkei László. Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- 19.** JUSTYÁK János 1997b. Vízparti klíma. In: Szász Gábor, Tőkei László. Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- 20.** KERTÉSZ Ádám 2001. A globális klímaváltozás természetföldrajza. Budapest, Holnap Kiadó
- 21.** KIÁTCZ György, RADÓ Dezső, SZENDRŐI József 1978. A városi zöldterületek növényeinek állapota és összetétele. In: Terpó András. A fák és a város. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó
- 22.** KISS Gabriella, Hoffmanné 2005. Melegigényes növények vizsgálata a Pécsi Tudományegyetem botanikus kertjében. diplomamunka, BCE
- 23.** KISS Rita 1997. A mediterrán karakterű kert jellemzői és előfordulása a Földközi-tenger európai partvidékén és hazánkban. diplomamunka, KÉE
- 24.** KOKICS Tibor 1978. A magyar települések mai növényállománya. In: Terpó András. A fák és a város. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó
- 25.** KOVÁCS Andrea 2006. Egyes hidegtűrő pálmafajok téltűrésének vizsgálata Magyarországon. diplomamunka, BCE
- 26.** KÖNCZEY Réka, S. NAGY Andrea 1997. Zöldköznapi kalauz. Budapest, Föld Napja Alapítvány
- 27.** LÁNG Edit 1981a. A hő. In: Hortobágyi Tibor, Simon Tibor. Növényföldrajz, társulástan és ökológia. Budapest, Tankönyvkiadó
- 28.** LÁNG Edit 1981b. Bevezetés és néhány alapelv. In: Hortobágyi Tibor, Simon Tibor. Növényföldrajz, társulástan és ökológia. Budapest, Tankönyvkiadó
- 29.** LELKES Lajos (szerk.) 2005. Virágoskert, pihenőkert. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- 30.** MANNION, A. M. 1997. Global Environmental Change - A nature and Cultural Environmental History. USA, Addison Wesley Longman Ltd.

31. MELNIK Marianne 2004. Mediterrán növények Budapesten. diplomamunka, BKÁE
32. MIKA János 1997. Klímaváltozás: hazai sajátosságok, ökológiai követelmények. In: Szász Gábor, Tőkei László. Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Budapest, Mezőgazda Kiadó
33. NEMÉNYI András 2000. Különböző stressztényezők hatása a *Trachycarpus fortunei* Wendl. fotoszintézisére. doktori (Ph.D.) értekezés, SZIE
34. OMSZ 2002. Magyarország éghajlati atlasza. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó
35. ORLÓCI László 2005. Örökzöldek és fenyők. Budapest, Mezőgazda Kiadó
36. PÁRKÁNYI Ildikó, Jószainé 2007. Zöldfelület-gazdálkodás, parkfenntartás. Budapest, Mezőgazda Kiadó
37. PÉCZELY György 1979. Éghajlat. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó
38. PETHŐ Menyhért 1998. A növényélettan alapjai. Budapest, Akadémiai Kiadó
39. PÓCS Tamás 1981. Növényföldrajz. In: Hortobágyi Tibor, Simon Tibor. Növényföldrajz, társulástan és ökológia. Budapest, Tankönyvkiadó
40. PŐCZE Vilmos 2008. Változó éghajlat - változó tájkép 2. okovolgy.hu/valtozo-eghajlat-%E2%80%93-valtozo-tajkep-2/
41. PŐCZE Vilmos 2009. Hagyjuk élni az életet! okovolgy.hu/hagyjuk-elni-az-életet/#more-458
42. RÉV Szilvia 2008. Környezetvédelem, organikus kert- és tájépítés az Öko-völgy programban. okovolgy.hu/kornyezetvedelem-organikus-kert-es-tajepites-az-oko-volgy-programban/
43. SALINGER, M. J. 1989. The effects of Greenhouse Gas Warming on Forestry and Agriculture. In: WMO comission of Agrometeorology. Geneva, WMO
44. SCHMIDT Gábor 2003a. A családi ház kertje. In: Schmidt Gábor. Növények a kertépítészetben. Budapest, Mezőgazda Kiadó
45. SCHMIDT Gábor 2003b. A kert, mint mesterséges növénytársulás. In: Schmidt Gábor. Növények a kertépítészetben. Budapest, Mezőgazda Kiadó
46. SCHMIDT Gábor 2003c. Fás szárú dísnövények. In: Schmidt Gábor. Növények a kertépítészetben. Budapest, Mezőgazda Kiadó
47. SCHMIDT Gábor 2003d. Növényegyüttesek összeállításának alapelvei. In: Schmidt Gábor. Növények a kertépítészetben. Budapest, Mezőgazda Kiadó
48. SCHMIDT Gábor 2003e. Vízpart. In: Schmidt Gábor. Növények a kertépítészetben. Budapest, Mezőgazda Kiadó

- 49.** SCHMIDT Gábor (szerk.) 2003f. Növények a kertépítészetben. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- 50.** SCHMIDT Gábor 2005. Az időjárást kísérjük figyelemmel. In: Lelkes Lajos. Virágoskert, pihenőkert. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- 51.** SCHMIDT Gábor 2006. Ökológiai és társulástani alapfogalmak. In: Schmidt Gábor, Tóth Imre. Kertészeti dendrológia. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- 52.** SCHMIDT Gábor, KOMISZÁR Lajos 2005. Díszfaiskolai alapismeretek. Budapest, BCE
- 53.** SCHÜTZ Anita 2005. Mediterrán növények termesztési és tartási lehetőségei Magyarországon. diplomamunka, BCE
- 54.** SELYE, Hans 1936. A Syndrome Produced by Diverse Noxious Agents. In: Nature. 138,
- 55.** SZABÓ Lajos (szerk.) 2005. A mezőgazdaság földrajza. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház
- 56.** SZALAI István 1974. Növényélettan II. Budapest, Tankönyvkiadó
- 57.** SZÁSZ Gábor 1988. Agrometeorológia. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó
- 58.** SZÁSZ Gábor 1997a. A fagyok kialakulása és gyakoriságuk. In: Szász Gábor, Tőkei László. Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- 59.** SZÁSZ Gábor 1997b. A mikroklimatológia alapjai. In: Szász Gábor, Tőkei László. Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- 60.** SZÁSZ Gábor, TŐKEI László 1997. Hőmérséklet. In: Szász Gábor, Tőkei László. Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- 61.** SZIGETI Zoltán 2002. Növények és a stressz. In: Láng Ferenc. Növényélettan. A növényi anyagcsere II. Budapest, ELTE Eötvös Kiadó
- 62.** TERPÓ András 1978. A magyarországi települések mai fás növényállománya és növényföldrajzi elemzése. In: Terpó András. A fák és a város. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó
- 63.** TŐKEI László 1997a. A hőmérséklet hatása a növényekre. In: Szász Gábor, Tőkei László. Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Budapest, Mezőgazda Kiadó

- 64.** TŐKEI László 1997b. Mezoklíma fogalma, típusai. In: Szász Gábor, Tőkei László. Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- 65.** VARGA-HASZONITS Zoltán 1977. Agrometeorológia. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó
- 66.** VARGA-HASZONITS Zoltán 1998. Agrometeorológiai információk és hasznosításuk. In: Szász Gábor, Tőkei László. Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- 67.** VIRÁG János 2005a. A növény a kert legfontosabb eleme. In: Lelkes Lajos. Virágoskert, pihenőkert. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- 68.** VIRÁG János 2005b. Milyen legyen a virágoskertünk? In: Lelkes Lajos. Virágoskert, pihenőkert. Budapest, Mezőgazda Kiadó

8. SZÓBELI KÖZLÉSEK LISTÁJA

1. BARACSI Éva, Horváthné (Pannon Egyetem, Kertészeti Tanszék), 2009
2. BEDE-FAZEKAS Róbert (Budakeszi, Nemzetközi Dendrológiai Alapítvány), 2009
3. BEGYIK András (Budapesti Corvinus Egyetem, Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék), 2009
4. DEBRECZY Zsolt (Budakeszi, Nemzetközi Dendrológiai Alapítvány), 2009
5. HÓDI TÓTH József (Csákvár, Arizonica Kertészet), 2009
6. KUN András (Somogyvámos, Öko-Völgy Alapítvány), 2009
7. PŐCZE Vilmos (Somogyvámos, Öko-Völgy Alapítvány), 2009
8. SCHMIDT Gábor (Budapesti Corvinus Egyetem, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék), 2007

Budapesti Corvinus Egyetem
Tájépítészeti Kar
Kert- és Szabadtértervezési Tanszék

Fagyérzékeny növénytaxonok alkalmazási lehetőségei a tájépítészetben

MELLÉKLETKÖTET

Konzulens: Gerzson László

Bíráló:

Tanszékvezető: Jámbor Imre

Bede-Fazekas Ákos
kertépítő szakirány

TARTALOM

II./1. Növény és környezete	2
II./1.2. A növények igénye és élőhelye közti összefüggések	2
II./1.2.1. Éghajlat-osztályozás	2
II./1.2.2. Tolerancia és adaptáció	3
II./1.2.3. Niche	4
II./1.2.4. Stressz és stresszválasz.....	5
II./1.3. Éghajlati adottságok hazánkban	6
II./1.3.1. Magyarország éghajlatának bemutatása.....	6
II./1.3.2. A növények telepíthetőségének korlátai hazánkban	8
II./1.3.3. A fagy kialakulása, típusai. A fagy előrejelzési lehetőségei	9
II./1.4. Fagyérzékenység és fagytűrés	11
II./1.4.1. A fagy élettani hatása	11
II./1.4.2. A fagytűrés élettani magyarázata	15
II./1.4.3. A fagytűrés morfológiai magyarázata	18
II./1.4.4. A fagytűrés értékelési lehetőségei.....	19
II./1.5. Fagyérzékenységi zónarendszer	20
II./1.5.1. A fagyérzékenységi zónarendszer jelentősége	20
II./1.5.2. Zónák kritériumrendszere	21
II./1.5.3. Magyarország elhelyezése a zónarendszerben	22
II./2. A növényalkalmazás és a globális éghajlatváltozás összefüggése.....	23
II./2.1. A globális éghajlatváltozás folyamata és okai.....	23
II./2.1.1. A klímaváltozás folyamata.....	23
II./2.1.2. A klímaváltozást kiváltó okok.....	24
II./2.2. A globális éghajlatváltozás következményei.....	25
II./2.2.1. Globális változások	25
II./2.2.2. Hazai változások	27
II./2.3. Az éghajlati zónarendszer várható eltolódása	28
II./2.3.1. A földrajzi analógiai módszere	28
II./2.3.2. Magyarországgal analóg területek	29
II./3. Függelék.....	31

II./1. NÖVÉNY ÉS KÖRNYEZETE

II./1.2. A növények igénye és élőhelye közti összefüggések

II./1.2.1. Éghajlat-osztályozás

BALOGH (2005) rámutat, hogy „a kert földrajzi, főleg éghajlati adottságaival számolva a tervezőnek már csak szűk lehetőségei vannak”. VIRÁG (2005b) szerint „az éghajlati tényezők közül mindenekelőtt a csapadék-, a hőmérsékleti, a fény- és a széljárási viszonyokat kell számításba vennünk”. Az elmondottak alátámasztják, hogy fontos megvizsgálnunk az éghajlati övezetesség fogalmát, hazánk éghajlatát (lásd a II./1.3. fejezetet), továbbá a fagyérzékeny növények származási területét, a szubtrópusi övet (lásd az 4.1. fejezetet).

A különböző területek éghajlatuk jellemzői alapján csoportosíthatók, rendszerezhetők, típusokba sorolhatók, és ezen éghajlattípusok térképen megjeleníthetők. JUSTYÁK (1997a) megfogalmazásában az „éghajlat rendszerezésének logikai alapfeltételei mindaddig hiányoztak, amíg a Föld egész területéről megfelelő mennyiségű éghajlati adattal nem rendelkeztek”, tehát az 1800-as évek második feléig. PÉCZELY (1979) szerint „mivel az éghajlat szerfölött összetett komplex jelenség, olyan tökéletes éghajlati felosztást, amely a hatótényezők sokaságát, azok bonyolult kapcsolatát mind tekintetbe vehetné, nem lehet készíteni”. Paradox módon éppen emiatt a „több mint száz éve elkezdődött éghajlat-osztályozási munka ma sincsen befejezve”.

JUSTYÁK (1997a) az éghajlat-osztályozási rendszereket három csoportba (*szoláris, leíró, genetikus*) osztja. A legfontosabb leíró jellegű (azaz az éghajlati elemek statisztikailag jellemző számértékeit figyelembe vevő) éghajlat-osztályozási rendszereket PÉCZELY (1979) ismerteti.

A leggyakrabban alkalmazott *köppeni* rendszer JUSTYÁK (1997a) szerint a hőmérséklet és a csapadék alapján épül fel, az öt fő övön belül 11 éghajlati típust különböztet meg, továbbá az övektől függetlenül kiemeli a magashegységi klímát. (12. ábra és 13. ábra) Köppen éghajlat-osztályozását továbbdolgozó Trewartha-rendszert az 56. ábra szemlélteti. KERTÉSZ (2001) a globális éghajlatváltozási scénáriók bemutatására a *Holdridge* bioklimatikus modelljét használja, mely a „természetes

növénytársulások eloszlását éghajlati indexeknek felelteti meg”. Logaritmikus skálán fut végig az évi csapadékmennyiség és a biohőmérséklettel arányos potenciális evapotranspirációs arányszám (PET és az évi csapadékmennyiség aránya). Az így kialakult 37 vegetációs egységet a 9. ábra szemlélteti.

Mint a Holdridge-rendszer is mutatja, az éghajlati övezetesség és a növénytársulások földrajzi elterjedése fontos logikai kapcsolatban áll. LÁNG (1981a) szerint „a nagy növényzeti zónák alapvetően hőmérsékleti adaptáció következtében keletkeztek” (54. ábra). Hogy mégis ültethetünk Magyarországon szubtrópusi növényeket, azt a következő mondatával megindokolja: „mihelyt azonban a globálisan egyértelműnek látszó összefüggéseket megpróbálunk lebontani pl. az egyes fajok szintjére, az összefüggések egyértelműsége gyakran elvész”. Ezt a megközelítést tovább árnyalja a II./1.2.3. fejezetben bemutatott niche-elmélet.

„Bizonyos fafajokat mint klímajelző *indikátornövényeket* tartanak számon”. (TŐKEI 1997a) A fagyérzékeny exóták telepítése szempontjából számunkra a melegigényes (kultúr)fajaink (*Vitis vinifera*, *Castanea sativa* vagy a *Quercus pubescens*) elterjedési területének északi határvonala nyújthat támpontot.

A növények *poikilotermek*, azaz hőmérsékletük az őket körülvevő közeg energetikai tényezőitől (sugárzás, hőátadás) függ, így az alacsony hőmérséklet meghatározó a növénytársulások elterjedése, a kultúrnövények természetessége és a dísznövények telepíthetősége szempontjából. (SZIGETI 2002, LÁNG 1981a)

II./1.2.2. Tolerancia és adaptáció

LÁNG (1981b) szerint a környezetfogalom relatív, hiszen „csakis az adott élőlények adott sajátosságaival kapcsolatban értelmezhető”. A növényre ténylegesen ható külső tényezők (effektorok) alkotják a környezeti, vagy *korlátozó tényezők* osztályát, míg az adott hatásra ténylegesen reagáló belső tényezők (receptorok) a tűrőképességi, vagy *toleranciatényezők* osztályát, mely két osztály „csak egymással kapcsolatosan értelmezhető”. A környezeti tényezők csoportosítása egyfelől élő (biotikus) és élettelen (abiotikus), másfelől asszimilációs és nem asszimilációs faktorokat különböztet meg. A hőmérséklet abiotikus, nem asszimilációs tényező.

SZIGETI (2002) szerint a növények „számtalan olyan terhelésnek vannak kitéve, melyek teljesítményüket, fejlődési lehetőségeiket korlátozzák”. Ilyen korlátok közt adaptációs változások révén habitusukkal, alakjukkal és „anyagcsere-folyamataikkal

képesek alkalmazkodni a különleges körülményekhez is”. (16. ábra) LÁNG (1981a) értelmezésében ökológiai alkalmazkodás (*adaptáció*) az „élőlények igényeinek és a környezet nyújtotta lehetőségek sikeres összehangolódása”, mely az „élővilág törzsfajlódása és a társulások evolúciója során a természetes kiválasztódás (*szelekció*) révén jött létre”. PETHŐ (1998) megfogalmazásában a növények az őket ért kedvezőtlen környezeti hatások elviselésére adaptációs mechanizmusokkal filogenetikailag, illetve az ontogenezis során alkalmazkodni képesek. „Áttelelő növényeink életében az ontogenetikai hőadaptáció igen lényeges tulajdonság (fagyűrítés) kialakulásához vezet”. (lásd II./1.4. fejezetet)

LÁNG (1981a) megfogalmazásában tűrőképességi, vagy toleranciatartománynak nevezzük „egy környezeti tényezőnek egy toleranciatényezőre vonatkozó intervallumát”, melynek alsó (minimum) és felső értékhatára (maximum) közé eső *optimum*, az ezeken túli, de még elviselhető kedvezőtlen tartomány a pesszimum. (27. ábra) Egy adott tényező szempontjából egy taxon lehet tág tűrésű, azaz euriöcikus, vagy szűk tűrésű, azaz sztenöcikus. „A több tényezőre szűk tűrésű fajok a specialisták, míg az általában tág tűrésűek a generalisták”. A specialisták kiváló indikátor növények.

II./1.2.3. Niche

„Ha egy populációt elszigetelten vizsgálunk, általában azt tapasztaljuk, hogy a fejlődésüknek, növekedésüknek a 'közepes' körülmények felelnek meg leginkább”, „csak a társulásba tömörült populációk között fellépő kompetíció okozza a megszokott ökológiai szétkülönülést, amely során egyes populációk teljesen kiszorulhatnak az optimális helyekről”. (FEKETE 1981) CHMELÁŘ (1976) a településfásítás tapasztalatait hozza fel példaként. A meleg száraz, meszes vidékről származó *Picea omorica* a hűvös, nedves, savanyú talajon is megél, továbbá a jellemzően folyóparti fűzfélék a száraz helyeken is szépen fejlődnek. Mindezen tulajdonságuk alkalmassá teszi őket arra, hogy az előfordulási helyükön tapasztalható adottságokon túl más viszonyokat is elviseljenek. FEKETE (1981) példája a *Pinus sylvestris* faj, mely nagy tűrőképessége és gyenge kompetíciós készsége következtében szélsőséges körülmények közé szorul. SCHMIDT (2003b) szerint e szélsőséges termőhelyek (karsztvidékek, mocsarak és árterek) növényeit agresszívabb társaik „száműzik” a minden növény számára nehezen elviselhető élettérbe.

A *niche* (ejtsd: *ni/*) – FEKETE (1981) megfogalmazásában – „az ökológiai (és nem a valóságos) térnek az a része, amelyet egy populáció kitölt”. *Fundamentális niche* a két vagy n dimenziós topológiai hipertérnek az a területe, mely a populáció fennmaradását és zavartalan reprodukációját elszigetelt esetben (kompetítorok hiányában) biztosítja. Társulásban azonban ennek a térrésznek csak egy szűkebb szakaszát foglalja el a populáció, ezt nevezzük *realizált niche-nek*. SCHMIDT (2006) a niche-elméletet így összegzi: „minden növény termőhelytűrése sokkal szélesebb, mint a tényleges természetes előfordulási területe”.

G.E. Hutchinson által bevezetett hipertérfogalom a különböző erőforrások, mint például a fény vagy a tápanyag mennyisége által felrajzolt többdimenziós rendszert jelenti.¹ Ennek megfelelően a niche ábrázolására lehetőség kínálkozik, melyet a 40. ábra szemléltet. A niche-ábrázolást, a niche-tér felosztását, a niche-szegregációt és –fejlődést FEKETE (1981) részletesen bemutatja (11. és 43. ábra). Az eddig felvázolt ismeretek azonban elegendőnek mutatkoznak ahhoz, hogy rávilágítsak: a korábbi tudományos állásponttal ellentétben a fagymentes élőhelyről származó növények nem feltétlenül igénylik az állandóan pozitív hőmérsékletet!

II./1.2.4. Stressz és stresszválasz

SZIGETI (2002) megfogalmazásában a *stressz* kifejezést olyan megterheléssel járó helyzetek leírására használjuk, melyek „egy adott szervezetben a normális viselkedéstől való eltéréshez vezetnek”. *Stresszor* alatt a környezetnek egy elemét értjük, mely „a növény fiziológiájában olyan változást okoz, ami élettani alkalmazkodást eredményez”. A stresszor által előhívott reakció lehet specifikus és aspecifikus. Utóbbiról akkor beszélünk, ha a válasz „a stresszor mibenlététől függetlenül, mindig azonos [...] módon zajlik le”. SELYE (1936) megfogalmazásában a stressz a szervezet túlterhelt, túlterhelt állapot, a test aspecifikus reakciója mindenfajta igénybevétellel szemben.

Egyes kutatók különbséget tesznek fiziológiai aktivitást fokozó gyenge *eustressz* és ugyanazon stresszor nagyobb koncentrációja vagy mértéke esetén fellépő káros hatású *distressze* között. Aspecifikus folyamatok esetén három fázisból álló jellegzetes eseménysor játszódik le, melyet *stresszszindrómának* nevezünk. (18. ábra) A mellékelt ábrán jól nyomonkövethető szakaszok a következők: vészreakció (vitalitás csökken,

¹ en.wikipedia.org/wiki/Ecological_niche

lebontó anyagcsere dominál), ellenállási szakasz vagy hardening (alkalmazkodási és reparációs folyamatok, edződés) és végül a kimerülési fázis (leromlás, majd krónikus károsodás vagy pusztulás). Ez utóbbi az „alkalmazkodóképességet meghaladó tartalmú és intenzitású igénybevétel esetén következik be”. (SZIGETI 2002)

SZIGETI (2002) szerint *akklimatizáció* az „egyed életében érvényesülő alkalmazkodás, a túlélést biztosító stresszválasz”, míg *adaptáció* a „több generáció során kialakuló tartós ellenálló képesség”. (16. ábra)

A környezeti hatások elsődleges érzékelői legtöbbször a membránok, melyek alkotókomponenseinek a „mennyisége, arányai sejtenként, szövetenként, szervenként mennyiségileg és minőségileg különböznek” a sejtek homeosztázisát, valamint a normális működést és túlélést biztosítandó. (SZIGETI 2002) PETHŐ (1998) hasonlóképpen vélekedik: „a legtöbb károsító tényező emeli a növényekben a reaktív oxigénformák szintjét, illetve a károsodások alapja a membránszerkezetben bekövetkező kedvezőtlen változások”.

A szenzor által érzékelt kedvezőtlen környezeti változást, mint információt általában a növényi hormonok továbbítják. Így „a hormonok az egész növény stresszválaszának meghatározó irányítói”. A növényi hormonok több szinten, génexpressziós és anyagcsere-változások révén fejtik ki hatásukat, melyek a növény alkalmazkodását eredményezik. A stresszorhatásra adott válasz három típusa az eltérés (anyagcsere-aktivitás megfelelő beállítása), a kikerülés (nyugvó állapot) és a kijavítás (károsodások javítása). (SZIGETI 2002) PETHŐ (1998) a kikerülés fogalma helyett keresztadaptációról beszél. Az abszcizinsav, mint növényi stresszhormon szintje minden kedvezőtlen környezeti behatásra emelkedik, elősegítve az alacsony fiziológiai aktivitást, és ezáltal a nagyobb toleranciát. „Ezzel magyarázható, hogy a csökkent víztartalom ellenállóvá teszi áttelelő növényeinket a tél kedvezőtlen hatásaival szemben”, amint azt a II./1.4. fejezetben bővebben is kifejtem.

II./1.3. Éghajlati adottságok hazánkban

II./1.3.1. Magyarország éghajlatának bemutatása

Magyarország éghajlatáról igen sokat elárul annak florisztikai térképe (55. ábra). MIKA (1997) szerint a Kárpát-medence a nedves óceáni, a száraz kontinentális

(7. táblázat) és a mediterrán éghajlati régiók határán helyezkedik el. E határzónában pedig az éghajlati övek – globális klímaváltozás okozta – kismértékű eltolódása is oda vezethet, hogy a Kárpát-medence éghajlata e három hatás valamelyikének egyértelmű uralma alá kerül. Az éghajlatváltozás hatásait bemutató II./2.2. fejezetben írtak alapján várhatóan a mediterrán klíma dominanciája erősödik meg, melynek jelentőségét mérlegelve TERPÓ (1978) rámutat, hogy Magyarország kultúrdendroflórájában a délies elemek az uralkodók. „Bár a mediterrán elemek száma elég nagy, az mégsem jelent mediterrán dominanciát az eredeti vegetációban” (5. táblázat), hiszen KISS (1997) szerint hazánkban a mediterrán fajok igen ritkák, a szubmediterrán flóraelemek pedig mindössze 18%-ot tesznek ki. CZENTYE (2004) rámutat, hogy mivel éghajlatunk átmeneti jellegű, ezért időjárási kilengésekre hajlamos. Így a „melegigényes taxonok nevelése mindig bizonyos kockázatot jelent”.

ERDŐS (1996) rávilágít, hogy hazánk a Köppen-féle éghajlat-osztályozási rendszerben a *Cbfx*, ill. dél-délkeleten a *Cafx* régiókba tartozik, és csak a leghidegebb hegyvidéki és északkeleti területek kerülnek a *Df* osztályba. Péczely 1981-ben kidolgozott tipizálási módszere szerint, a „víz- és hőellátottságuk alapján 12 éghajlati körzet különíthető el Magyarország területén”. (10. ábra) JUSTYÁK (1997a) Magyarország köppen rendszerbe sorolása kapcsán kimondja, hogy a mérsékelt meleg, aránylag egyenletes csapadékjárású éghajlat jellemző, mely a fentebb vázolt két alrégióra a legmelegebb hónap középhőmérséklete alapján válik szét, 22 °C alatt bükkösklímának (b), a fölött pedig kukoricaklímának (a) nevezzük.

BACSO (1966) hazánkat 4 fő éghajlati körzetre osztja. Az Alföld és Mezőföld hótakarásban szegény, itt a leghidegebb a tél, és a legnagyobb a fagyveszély. A Kisalföldön kedvezőbbek a hóviszonyok, tele kevésbé zord, és a kora őszi, késő tavaszi fagy veszélye is kisebb. A dunántúli dombos–hegyes területen a tél az alföldeken tapasztaltnál enyhébb, itt a legkisebb a fagyveszély és hóban is bővelkedik. Az északi hegyvidék hőmérséklete igen változatos, a hóborítás és a fagyveszély is közepesnek mondható. CZENTYE (2004) szerint hazánkban a mediterrán növények számára 3 agroklimatológiai alkörzet a legalkalmasabb:

- Budapest környezete, északon Szentendrétől (Dunazug-hegység védelme és városi mezoklíma miatt alkalmas)
- Pécs környéke, Dél-Mecsek, Villányi-hegység (hosszú, napsütésben gazdag tenyészidő, enyhe tél jellemző rá)

II./1. Növény és környezete

- Balaton környezete a Keszthelyi-medence nélkül (hosszú tenyészidő jellemzi, vízparti mezoklimatikus hatásokat és a Bakony védelmét élvezi)

KISS (1997) a szubmediterrán flóraelemek előfordulása alapján javasolja a Bakonyt, Vértest, Dél-Gerecsét, Budai-hegységet, Káli-medencét, Dél-Sokorót és a Mecseket a melegigényes növények telepítési helyének.

II./1.3.2. A növények telepíthetőségének korlátai hazánkban

Melegebb éghajlatú területről származó növények telepítésének számos korlátja ismert. Az éghajlati elemek közül megvizsgálom térképek segítségével hazánk hőmérsékleti és csapadékviszonyait. A következő fejezet pedig a fő korlátozó tényezőt, a fagyot mutatja majd be, továbbá annak kialakulását és előrejelzési lehetőségeit ismerteti.

TÓKEI (1997a) szerint a „fagyállóság fontos feltétele, hogy a növény képes legyen felkészülni a télre”, és ezt gátolja a csapadékos, napfénszegény, hűvös őszi időjárás, hiszen így a hajtások nem képesek tökéletesen beérni. Mindezért nem elégedhetünk meg egy terület téli éghajlati adottságainak megismerésével!

ERDŐS (1996) mondata, miszerint „első és utolsó fagy várható időpontjának és azok országon belüli eltéréseinek ismerete különösen a mezőgazdaságban dolgozók számára fontos”, rávilágít, hogy az éghajlattal foglalkozó irodalmak gyakran a mezőgazdaság számára készülnek, ám a táj- és kertépítészet ugyanolyan örömmel fogadja őket. Sajnos nincs elterjedt, a fagy keménységét és a tél zordságát értékelő módszer, mely a fagyérzékeny növények számára ideális mutatókon alapulna, így a kevésbé informatív, ám jól dokumentált általános mutatók megismertetése lesz kényszerű feladatom. A fagyérzékeny növények telepíthetősége szempontjából a legfontosabb éghajlati jellemzők a minimumhőmérséklet, a fagyos napok és a téli napok száma (15. ábra és 17. ábra), a hótakaró vastagsága (24. ábra) és a hótakarás ideje (19. ábra), a januári középhőmérséklet (14. ábra), továbbá az első és utolsó fagy. A mediterrán taxonok szükséges hajtásbeérése miatt a besugárzás (20. ábra), a nyári napok száma (23. ábra), a felhőzet (22. ábra) és a derült órák száma (21. ábra) is fontos jellemzője az éghajlatnak.

Az OMSZ (2002) adatai szerint hazánkban az abszolút minimum-hőmérsékletet ($-35\text{ }^{\circ}\text{C}$) 1940-ben Miskolcnál mérték. Pécs, Budapest, Sopron és a Balaton környékén figyelhető meg a leggyengébb minimum.

II./1.3.3. A fagy kialakulása, típusai. A fagy előrejelzési lehetőségei

„Hazánkban évente 200–300.000 ha területen keletkezik fagykár”, bár a fagy erőssége és az okozott kár mértéke közt nincsen egyértelmű kapcsolat (TÓKEI 1997a), hiszen, mint azt a II./1.4.2. fejezetben részletesen kifejtem, a fagy jelentkezésének időpontja döntő jelentőséggel bír a növények fagyra való előzetes felkészültségét illetően. SZÁSZ (1997a) rávilágít, hogy a 0 °C-nál alacsonyabb hőmérséklet kialakulása a mérsékelt övben – így hazánkban is – rendszeres időjárási jelenség, olyannyira, hogy – mint BEGYIK (2009) közlésében rámutatott – Magyarországon csak a június, július és augusztus bizonyosan fagymentes.

SZÁSZ (1988) szerint a fagy eltérő légkörfizikai folyamatok eredményeként alakulhat ki. Éppen ezért megkülönböztetünk advektív és sugárzási (radiációs) fagyot. *Advektív fagy* leggyakrabban a téli évszakban alakul ki, amikor a növények nyugalmi állapotban vannak, ezért a mérsékelt öv fajait ritkán károsítja, a szubtrópusi taxonokat viszont annál inkább. Advektív fagyról akkor beszélünk, amikor a hozzánk érkező, általában ázsiai vagy sarki eredetű, 1–5 km magas, sokezer km² kiterjedésű légtömeg hőmérséklete fagypont alatt van. Felszíni és domborzati hatásra kisebb területi különbségek kialakulhatnak ugyan, de a lehűlés egyszerre nagyobb területet érint. Evvel ellentétben a *sugárzási fagyok* kisebb körzetben fejtik ki hatásukat, és a felszín hőkapacitásától függően területi eloszlásban igen nagy különbséget mutatnak, továbbá a 3.1.1. fejezetben ismertetett terepklíma miatt a radiációs fagyokat a domborzat is erősen befolyásolja. Függőleges mentén igen nagy hőmérsékleti eltérések alakulnak ki, szélcsendes időben akár 2 °C méterenként. A sugárzási fagyok általában csekély légmozgás és alacsony esti relatív páratartalom mellett alakulnak ki az átmeneti évszakokban, ha a légkör gyenge üvegházi hatása miatt jelentős az éjszakai kisugárzás. Időtartamuk általában néhány óra. VARGA-HASZONITS (1977) az előzőektől megkülönbözteti a keverék típusú fagyokat, melyek az átmeneti évszakokban jelentkeznek leggyakrabban, olyankor, amikor az éjszakai lehűlés nem érné el a 0 °C-ot, de annál alacsonyabb harmatpontú hideg levegő érkezik a területre.

A radiációs fagyok kialakulásakor az energiaveszteség és a hőmérséklet-csökkenés a naplemente időszakában a legjelentősebb (nekilendülési szakasz), a minimumhoz közeledve pedig egyre kevésbé kifejezett (csillapulási szakasz). (45. ábra, SZÁSZ 1997a) TÓKEI (1997a) rávilágít, hogy a kisugárzási fagyok magassága néhány cm-től több 10 m-ig változhat. „Azt a légréteget, amelyben a hőmérséklet a felszíntől

távolodva emelkedik, *sugárzási inverziós rétegnek* nevezzük”, és a 0 °C-nál hidegebb levegő ebben a rétegben, a talajfelszín közelében helyezkedik el.

„A hőmérsékleti minimumok gyakorisága – kialakulásuk okától eltekintve – hazánk területén rendkívül változó. Noha a fagyok átlagos kezdete ősszel október 5. és 31. közé esik, s évenként átlagban 90–130 fagyos nappal számolhatunk”, ezen értékektől jelentős eltérések is tapasztalhatóak. (SZÁSZ 1997a) Karácsonyi (1984) nyomán SZÁSZ (1997a) megállapítja, hogy hazánk északkeleti területén az utolsó tavaszi fagy május második felében jelentkezik, míg az Alföldön már május 5. előtt befejeződik a fagyveszélyes időszak. A közép-dunántúli régióban ugyan szintén május végéig tart a fagy, azonban annak erőssége elmarad az Alföldön mérhetőtől (46. ábra).

Nem tekinthetünk el azonban attól, hogy a fagyos napok száma, a fagyos időszak hossza szempontjából különböző értékek adódnak, ha azokat a levegőben (2 m magasságban), a talajban vagy talaj mentén mérjük (63. ábra). Utóbbi a *radiációs minimum*, amely a leghosszabb fagyveszélyes periódust adja, ősszel több, mint egy hónappal az első talajfagyok előtt jelentkezik, és tavasszal is hasonló módon jóval tovább húzódik. Ugyanakkor a talajfagyok a nyugalmi időszakban meghaladhatják a talaj mentén és a levegőben mért fagyos napok mennyiségét. (SZÁSZ 1988) E vályogtalajra vonatkozó összefüggéseket vö. a 3.1.3. fejezet különböző talajtípusok hőgazdálkodását vizsgáló szakaszával. LELKES (2005) rámutat, hogy a „késő tavaszi fagyok [...] legtöbbször talajmenti fagyként károsítanak”, továbbá VARGA-HASZONITS (1977) szerint az fagyvédelmi eljárások leghatékonyabban a talajmenti fagy kialakulásának megakadályozását szolgálják.

Összességében megállapíthatjuk, hogy hazánkban a legkedvezőbbek azok a területek, ahol kisebb mértékű hidegeket hoz és egyben rövidebb ideig tart a fagyos periódus. (SZÁSZ 1997a) Azonban az alapvetően kontinentális mérsékelt övi klímában, így az óceáni és mediterrán hatásoktól sem mentes Kárpát-medencében egyelőre nem találunk olyan területet, ahol a makroklíma önmagában biztosítaná a fagyérzékeny növényeink áttelelését. A mezo- és mikroklimatikus módosító tényezők felismerése és felhasználása, melyet a 3.1. fejezetben részletezek, még nem teszi indokolttá, hogy eltekintsek a fagy előrejelzési lehetőségeinek ismertetésétől, hiszen TÓKEI-t (1997a) idézve „a fagyvédelmi eljárásokkal jelentős érték menthető meg”.

TÓKEI (1997a) szerint, mivel a 3.3. fejezetben bemutatott fagyvédelmi eljárások drágák, ezért „a védekezést megelőzően meg kell győződnünk a fagyveszély fennállásáról”. A hőmérsékleti minimum és a fagyveszély megállapítására számos

módszer létezik, azonban nem alkalmazható mindegyik hazánk területén. SCMIDT (2005) rámutat, hogy akkor számíthatunk reggeli talajmenti fagyokra, ha előző este a hideg, északi szél 5–6 °C-ra hűtötte a levegő hőmérsékletét és szélcsendes, derült az éjszaka. TÓKEI (1997a) kiegészítése, hogy délután a hőmérséklet gyorsan csökken (0,4–0,8 °C/óra), és a relatív páratartalom csak lassan emelkedik. Ha e négy feltétel teljesül, fennáll a fagyveszély.

Hazánkban nagyjából száz éven keresztül alkalmazták az úgynevezett harmatpontmódszert, ám az utóbbi időben egyértelműen kiderült, hogy „a kontinentális éghajlatú területeken a harmatpontszabály nem teljesül”. Létezik azonban egyszerű módszer a várható éjszakai lehülés mértékének megállapítására, mely alapján az esti levegő-hőmérséklet ismeretében eldönthető, hogy van-e fagyveszély. Egyszerű mérőeszközök – mint a léghőmérő, pszichrométer és a szélesebségmérő – segítségével „a várható helyi hőmérsékleti minimum értéke 200 cm magasságra vonatkoztatva kellő pontossággal megállapítható”. Az effektív kisugárzás nagysága a 65. ábrán bemutatott nomogram alapján meghatározható, ha ismert a naplemente idején mért hőmérséklet és párányomás. A 64. és 66. ábrákon látható nomogram az égbolt borítottsága és a szélesebség alapján megadja a várható éjszakai hőmérséklet-csökkenést. (TÓKEI 1997a) A nomogramok fizikai összefüggéseit lásd a forrásban.

II./1.4. Fagyérzékenység és fagytűrés

II./1.4.1. A fagy élettani hatása

A földi biotópok között csak elvétve találunk olyat, melyen a kedvező 5–25 °C között alakul a hőmérséklet. Más biotópokon a növények gyakran vannak kitéve hő-, hideg- („chilling”, 0 °C fölött) vagy fagystressznek (0 °C alatt). (SZIGETI 2002, NEMÉNYI 2000) TÓKEI (1997a) szerint az élet biokémiai és fizikai folyamatai 0–50 °C között mennek végbe.

Minden taxonra meghatározható egy optimális hőmérsékleti tartomány, az egyes enzimek *Michaelis-konstansa* (K_M) által számítható kinetikus hőmérsékleti sáv (*thermal kinetic window*), mely alsó határa alatt a növények hidegstressznek vannak kitéve. (SZIGETI 2002) Más megközelítésben – SZALAI (1974) szerint – fagyveszélyről

akkor beszélünk, amikor „a levegő hőmérséklete eléri a fagypontot és a levelek hőmérséklete a hőkisugárzás következtében a levegő hőmérséklete alá süllyed”.

Fontos azonban megjegyezni, hogy „a hideg bizonyos esetekben nem okoz stresszt, sőt fiziológiai szükségletet jelent” (pl. őszi búza vernalizációja). (SZIGETI 2002) TŐKEI (1997a) szerint pedig legtöbb gyümölcsfajunk kifejezetten igényli a fagyhatást (jarovizáció).

SZALAI (1974) a fiziológiai szempontból *optimális hőmérsékletet* úgy definiálja, mint „azt a legmagasabb hőmérsékletet, amelyen a növekedés konstans marad”. (27. ábra) Megkülönbözteti ugyanakkor a *harmonikus optimumot*, „azt a hőmérsékletet, amelyen a legerősebb növényeket kapjuk”. A harmonikus optimum a növény egyedfejlődése folyamán változó érték. LÁNG (1981a) szerint *fiziológiai optimumnak* nevezzük a „kísérleti körülmények között – más populációk hatásait kizárva – meghatározott optimum értékeit”, míg az ettől gyakorta eltérő *ökológiai optimumot* a tényezőknek a természetben mért azon értékei jelentik, „melyek mellett az élőlény a többi populáció kompetíciós hatásának is kitéve jól növekszik, szaporodik”. SZALAI (1974) ugyanakkor rámutat, hogy a növekedést az éjszakai hőmérséklet is befolyásolja (éjszakai optimum), melyre a szoros rokonsági kapcsolatban álló növények általában azonos módon reagálnak. (28. ábra) „Ha két növény optimális növekedési hőmérséklete erősen eltérő, akkor [...] szimultán növekedése ugyanabban a környezetben lehetetlen”.

A fagy károsító hatása a vízelvonással és a kialakult kristályok mechanikai roncsolásával függ össze. (TŐKEI 1997a) „Az alacsony hőmérséklet közvetlen károsító hatása a szövetek víztartalmának megfagyásából adódik”. Fagyűrő taxonoknál fokozatos lehűlés esetén a „sejtközzötti járatokban lévő víz fagy meg” (*extracelluláris* jégképződés), mely a sejtet dehidratálva, annak zsugorodását idézi elő, és e térfogatváltozás okozza a membrán károsodását. Gyors lehűlés esetén, illetve fagyérzékeny növénynél az előzőekkel ellentétben sejten belüli, azaz *intercelluláris* jégképződést figyelhetünk meg, ekkor a membrán mechanikai károsodása miatt a sejt elpusztul. (PETHŐ 1998) SZIGETI (2002) ugyanakkor rámutat, hogy a sejten belüli jégképződés nem letális akkor, ha a már számos növényben kimutatott antifreeze proteinek a nagyméretű kristályok képződését megakadályozzák.

SZALAI (1974) felhívja a figyelmet, hogy a „károsodás gyors olvadáskor is bekövetkezik”. Kisebb a károsodás, ha a fagyott szövet 30–60 perc alatt enged fel, mint ha néhány perc alatt érne el az olvadáspontot. PETHŐ (1998) szerint mivel a sejt

felmelegedése lassú folyamat, a „fagyást követő gyors felmelegedéstől a plazma koagulálódhat” (az intercelluláris víz elpárolog, míg a plazmakolloid képtelen rehidratálódni). Ezért a gyors felmelegedést megakadályozó téli árnyékolás csökkenti a fagy károsító hatását. (vö. a fagyvédelem lehetséges eszközeivel a 3.3. fejezetben)

SZIGETI (2002) értelmezésével hidegstresszre érzékeny az a növény, mely 0–20 °C között súlyosan károsodik (elpusztul), hidegrezisztens, de fagyérzékeny az a taxon, amely „fagyáskésleltető mechanizmussal képes magát a fagyástól megvédeni”. Előbbire jó példa a trópusi növények többsége, utóbbira pedig a mérsékelt övi növények egy része. A harmadik csoportba tartozó fagytüró taxonok „évszakosan vagy állandóan képesek az esetleges extracelluláris jégképződést túlélni”. Ilyenek a hideg égöv illetve a magashegységek fajai, továbbá jó néhány fás szárú taxon a mérsékelt klímazónából (48. és 50. ábra).

PETHŐ (1998) szerint a melegigényes növények már 10–12 °C körüli hőmérsékleten károsodnak, membránjuk fázisváltozást szenved. „A levelek hervadnak, elszíneződnek, gyakori a szöveti elhalás”, a kloroplasztiszok károsodnak – így néhány órán belül megszűnik a fotoszintézis – a hidegtüró növényekkel ellentétben, ahol hosszan tartó hideghatás váltja ki a fotoszintézis csökkenését. „Magas fényintenzitáson szabad gyökök halmozódnak fel, a telítetlen zsírsavak peroxidációt szenvednek”. Előbbi oka egyrészt a szabad gyököket kémiai úton inaktíváló antioxidánsok (α -tokoferol), másrészt a méregtelenítő enzimek (kataláz, szuperoxid-diszmutáz) csökkenése. „A membrán fázisváltozása a membránokhoz kötött és szolubilis enzimreakciók közötti egyensúly megbomlásán keresztül [...] fiziológiai károsodáshoz”, továbbá a károsodott növényi szervekben a sejt anyagainak kiáramlásához vezet. SZALAI (1974) hasonlóképpen vélekedik: „a mechanikai károsodás jelentéktelen ahhoz viszonyítva, amit a megfagyó sejtől kilépő és olvadáskor újból visszatérő víz mozgása jelent”.

A lipid mikrokörnyezet fizikai tulajdonsága meghatározó a membránhoz kötődő fiziológiai folyamatok – mint az elektrontranszport és az anyagfelvétel – intenzitása szempontjából. „Ha a membránlipidek elvesztik félfolyékony halmazállapotukat (fluiditásukat), *gelifikálódnak*, megszűnik a membránfehérjék mobilitása”, ez pedig a fiziológiai aktivitás elvesztéséhez vezet. *Fázisváltási hőmérsékletnek* nevezzük azt a hőmérsékleti tartományt, melyen a lipidek gelifikálódása végbemegy. E hőmérséklet „a membránlipidek kémiai összetételétől függ”, alacsonyabb a fázisváltási hőmérséklet, ha a foszfolipidek és a többszörösen telítetlen zsírsavak dominálnak, míg magasabb hőmérsékleten gelifikálódik a membrán, ha a szteránvázas vegyületek (szabad

szteroidok) és a telített zsírsavak kerülnek túlsúlyba. Előbbiekben leírtak a hidegre toleráns vagy fagyűrő növényekre, utóbbiak pedig a melegigényes növényekre jellemző. (PETHŐ 1998)

SZIGETI (2002) rámutat, hogy a közelmúltig általánosan elfogadott, az előbbiekben vázolt elmélettel ellentétben egyes kutatók ma megkérdőjelezi, hogy a membrán gelifikálódása, majd szemipermeabilitásának megszűnése a döntő a sejt pusztulása szempontjából. GARANCZY (1999) szerint „a sejtek megfagyását [...] nem közvetlenül a hideg, hanem az a közvetett hatás okozza, hogy a víz megfagyásával a plazma pótolhatatlan vízvesztést szenved. Vagyis a növény valójában szárazság miatt pusztul el, a tartós aszályhoz hasonlóan. Ebből is következik, hogy a jó fagyűrő növények egyúttal jó szárazságtűrők is”.

Az előzőekhez hasonló folyamatról, az élettani szárazságról PÁRKÁNYI (2007) így fogalmaz: „az örökzöldek télen is asszimilálnak, ehhez vízre van szükségük. A fagyott talajból azonban lényegesen nehezebb felvenniük a vizet. Ha nem sikerül, akkor a növények 'kifagynak'. Ez valójában nem más, mint a vízhiány miatti kiszáradás.” TÓKEI (1997a) hasonlóképpen vélekedik, hiszen a talaj lehülése a gyökerek vízfelvételének csökkenését okozza, mely többek közt a gyökérnövekedés lassulása, vagy a víz és a protoplazma fokozott viszkozitása miatt alakul ki. A lehült talaj mellett változatlanul folyó transzspiráció a vízháztartás felborulását, a növény lankadását okozza. LELKES (2005) szerint ilyenkor a levelek lelógnak, hullámosodnak vagy sodródhatnak. „Fokozza a kárt a párologtatást serkentő napsütés, különösen, ha a felszín hó borítja” (a napos oldalon a a levél barnul, leperzselődik). Hasonló kárt okozhat a száraz hideget hozó (általában februári, északkeleti) szél, melynek hatására a szél felőli oldalon perszeléses tünetek jelentkeznek.

Az élettani fagyhatáson túl a 0 °C alatti hőmérséklet fizikailag is károsít. A hőnyomás, a zúzmara és az ónos eső okozta törés rövid bemutatásra kerül az ellenük való védekezést ismertető 3.3. fejezetben. A fagy további fizikai károsító hatása a fagyrepedés, melynek kapcsán PÁRKÁNYI (2007) így ír: „a fagypont alatti hőmérséklet hatására a fatörzsön hosszanti repedések keletkezhetnek”, melyek szélessége akár 0,5–3 cm is lehet. Úgy alakulnak ki, hogy nappal a napsütés hatására a törzs felmelegszik és kitágul, majd éjszaka a külsőbb rész hirtelen lehül és összehúzódik, ezáltal feszültség keletkezik. TÓKEI (1997a) ellenben a napsütötte oldal felmelegedésével és kiengedésével magyarázza a fagyrepedés kialakulását. Fagyrepedések főleg a törzsön keletkeznek erősebb éjszakai lehülést követő nappalon,

amikor a levegő fagyos, derült az idő és erős a besugárzás. „A károsodás mértékétől függően a szövetek fejlődésében, a sejtosztódásban vagy a tápanyagellátásban beállt zavar a fa kipusztulásához vezethet”.

Az ún. felfagyás TŐKEI (1997a) értelmezésében a felső talajréteg átfagyásával járó térfogatváltozás és talajelmozdulás okozta gyökérszakadás, mely az őszi és tavaszi derült időjárásnál gyakori. A felfagyás őszi vetésű haszonnövényeinket károsítja leginkább.

Az előzőekben bemutattam a fagypont alatti hőmérséklet károsító hatásait, azonban fontos megemlíteni az alacsony hőmérséklet negatív vonásait is. PETHŐ (1998) megfogalmazásában *lehűlés* a „fagypont feletti alacsony hőmérséklet károsító hatása”, melynek látható jele a klorózis (a kloroplasztiszok membránja és a klorofillszintézis károsodik, a levél sápadt, mezofillum foltokban vagy csíkokban elhal). A fotoszintetikus kvantumhasznosítás a hidegtűrő fajoknál fokozatos intenzitáscsökkenés után 0 °C-on szűnik meg, míg a melegigényes taxonok esetén már 20 °C alatt jelentős csökkenést és 10 °C-tól a fotoszintézis megszűnését tapasztaljuk (48. ábra). A kloroplasztiszok regenerációs idejéből kifolyólag „a lehűlés után a fotoszintézis eredeti intenzitása csak hosszabb periódus után áll helyre”. SZIGETI (2002) felhívja a figyelmet, hogy míg a rövid ideig tartó hideghatás megfordítható, addig az erős, vagy hosszantartó hideg irreverzibilis károsodást okoz.

II./1.4.2. A fagyűrész élettani magyarázata

A korábbiakban megvizsgáltam az alacsony hőmérséklet és a fagy károsító hatását, most pedig szükséges szólnom a fagyűrész és téltűrész élettani magyarázatáról. SZIGETI (2002) szerint a tartósan hideg területek növényei közül a fagypont alatti hőmérsékletet a lágyszárúak jellemzően kikerüléssel, a fásszárúak inkább tűréssel vészelik át (a fogalmak magyarázatát lásd a II./1.2.4. fejezetben), de „a növények többségében mindkét mechanizmus előfordul”. Ezt bizonyítja, hogy a lágyszárúak 1 °C-kal alacsonyabb hőmérsékleten fagynak meg. A kikerülés előzőekben kifejtett módja (ozmotikusan aktív anyagok szintézise vagy víz csökkentése révén a citoplazma fagyáspontja csökken, túlhűlés következik be) mellett egy ritkább mechanizmus, amikor „a növény anyagcseréje hőt termel és ez akadályozza meg a fagyást”. Hasonlóképpen vélekedik LÁNG (1981a), aki szerint a plazmában „végbemehetnek olyan változások, melyek a vízvesztést csökkentik, pl. ozmotikusan aktív anyagok képződése

hidrolízissal, egyben a fagyáspont csökkentésével túlhűtött állapot [...] kialakulását teszik lehetővé. Ez a mechanizmus csak mintegy $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig működik”.

PETHŐ (1998) értelmezésében a fagytűrés „edzési folyamat, szezonális hőadaptáció eredménye” (49. ábra), mely főként a membránban megfigyelhető változásoknak (foszfatidil-kolin tartalmú lipidek arányának növekedése a szteroidokéhoz képest) tudható be. (30. ábra) A fagytűrő taxonoknál jelentősen, míg a fagyra érzékenyebbek esetében kevésbé csökken a fázisváltozási hőmérséklet. A szezonális hőadaptáció kialakulásában fontos szerep jut az abszcizinsavnak, melynek szintje emelkedik a csökkenő hőmérséklet hatására. (31. ábra) E növényi hormon a foszfolipid arányának szterol ellenében történő növelésével a membrán stresszérzékenységét csökkenti. SZIGETI (2002) szerint ezért „az edződés kiváltható abszcizinsavas kezeléssel is”.

A fagytűrő taxonok szezonális hőadaptációja során a korábban elmondott membránban lejátszódó változásokon túl a sejt egyéb módokon is elősegíti, hogy csak extracelluláris jégképződés menjen végbe. Ilyen a vakuólumok felaprózódása, továbbá a szénhidráttartalom növekedése és a víztartalom csökkenése (51. ábra), összességében pedig az ozmotikus potenciál lesüllyedése. (32. ábra) A cukrok (szacharóz) az ozmotikus potenciál csökkentésén túl, az aminosavakhoz hasonlóan megakadályozzák a perifériális membránfehérjék disszociációját alacsony hőmérsékleten. (PETHŐ 1998)

TÓKEI (1997a) szerint fagytűrő növényeinkben a hideg hatására linolénsav halmozódik fel. A búzák esetében bizonyított, hogy a fagytűrés arányos a növény linolénsav-felhalmozó képességével.

„A fagytűrés a növényekben fokozatosan alakul ki és a tél végén fokozatosan szűnik meg” (52. ábra), mely utóbbinak oka a fokozatos víztartalom-emelkedés. (PETHŐ 1998) „A fagyállóság maximuma január közepére-végére alakul ki”. (TÓKEI 1997a) „A felmelegedéssel tarkított telek kedvezőtlenek”. Hosszan tartó, lassú felmelegedés hatására az ozmotikus potenciál nő, tehát a fagytűrés csökken, így ezt a periódust követő gyors lehűlés komoly károkat tud okozni (29. ábra). Tavaszi fagyokra különösen érzékenyek a virágrügyek, virágok és a terméskezdemények. (PETHŐ 1998)

A hirtelen, átmenet nélküli, nagymértékű lehűlés csökkenti a növények fagyállóságát. „Míg ugyanaz a lehűlés néhány napos meleg periódust követve komoly fagykárokhhoz vezet, lassú felmelegedési vagy lehűlési folyamat részeként semmi elváltozást nem okoz a növényi szövetekben”. (TÓKEI 1997a)

„Biológiai okokból meg kell különböztetni a téli fagykárokat és velük összefüggésben a fagy- és télállóságot a vegetációs időszakban előforduló késő tavaszi és kora őszi fagykároktól” (TÓKEI 1997a), hiszen az előzőekben vázolt, fokozatos télre való felkészülést megelőző őszi fagyok, vagy a fagyűrési képességet biztosító nyugalmi periódus után jelentkező tavaszi erős lehűlés a növényeket felkészületlenül éri, tehát a fagyhatásokra adott stresszválasz nincs összefüggésben a növény téltűrésével.

Habár dísnövényeink szempontjából a hajtórügyön, és a vesszőn jelentkező fagykárok veszélyesek, mégis érdemesnek tartom az ismertetésre gyümölcsfajaink fagyűrő képességét a különböző fenológiai fázisokban. TÓKEI (1997a) szerint az érzékenység nő, ahogy az időben egymást követő fenológiai fázisok követik egymást (rügypattanás, teljes virágzás, kötődés) (6. táblázat). A téli fagyok szempontjából a különböző növényi részek eltérő tűrőképességet mutatnak. A legérzékenyebb a termőrügy, majd pedig sorban a hajtórügy, a vessző, a vázágak, a törzs és végül a leginkább fagyűrő rész, a gyökér. Mindezért a leggyakoribb a rügy fagykára, melynek jele a rügyalap sötétbarna elszíneződése. A vessző fagykára az elhalt kambium és hancsrész megbarnulásából látható, míg a vázágon vagy a törzsön besüppedt fagyfoltok jelentkeznek. A fás növények gyökerének fagyása igen ritka jelenség, mert habár a hajtásrendszerénél érzékenyebbek a gyökerek, mégis a kiegyenlítettebb hőmérsékletű talajban helyezkednek el, ahol kevesebb és gyengébb a fagy.

PETHŐ (1998) szerint a „fagyűrés és a hidegtűrés ultrastrukturális alapjai [...] közösek, különbség a stresszadaptáció fokozatában, a membránok fázisváltozási hőmérsékletében van.

Az előzőekből látható, hogy a fagyűrés, mint az alacsony hőmérsékleti stresszre adott pozitív válasz, kisebb hiányosságokkal ugyan, de tudományosan jól feltárt fogalom. Ezzel ellentétben a *téltűrés* és *klímátűrés* inkább csak a gyakorlatban használt kifejezések, melyekről HÓDI TÓTH így ír: „a télállóság nyilvánvalóan szélesebb körű fogalom, mint a fagyűrés. [...] Télállónak tekinthető (Magyarországon) az a növény, amelynek belső, örökletesen rögzült tulajdonságegyüttese és a Kárpát-medence klímájában előforduló szélsőségek hosszú távon (egy évszázad, de legalább több évtized során) fedésben vannak egymással. Ez tehát magában foglalja nemcsak a hideghatás mértékét, hanem az előfordul(hat)ó lehűlések gyorsaságát, időtartamát, az esetleg gyorsan váltakozó magas és alacsony hőmérsékleteket, a közben velejáró szélhatást, az alacsony hőmérséklet társulását erős napsütéssel, a levegő és a talaj nedvességét, a hótakaró létét vagy nemlétét. Vagyis a télállóság a téli szélsőséges környezeti tényezők

együttes, halmozott hatására adott pozitív választ és tűrőképességet jelenti. Még ennél is szélesebb fogalom a klímaturés, amely a növény olyan, örökletesen rögzült tulajdonságegyüttesét jelenti, amellyel hosszú távon képes a Kárpát-medencének az évek során bármely időpontban előforduló szélsőségeit elviselni. Nyilvánvaló, hogy kertészeti szempontból (is) azok az egzóták számunkra a legértékesebbek, amelyek a gyakorlat által hitelesítve ebben a körben foglalhatnak helyet.”²

A növényeket télen károsító veszélyek a fagy közvetlen hatásán túl többek között a felfagyás, vagy a téli szárazság. (PETHŐ 1998) Utóbbi leginkább az örökzöldeket sújtja, hiszen a levelükön keresztül állandóan vizet veszítenek, így vízhiány okozta stresszhelyzetbe kerülnek. (ATTENBOROUGH 1998) Ezek átvészelésére hormonális hatásra kialakul egy ún. *nyugalmi állapot*, ami a „fiziológiai aktivitás csökkenésével, e károsító tényezőkkel szembeni érzékenység csökkenésével jár”. (PETHŐ 1998) TÓKEI (1997a) rámutat, hogy a nyugalmi állapotnak két fő szakasza különíthető el: a január végéig, február elejéig tartó biológiai vagy *mélynyugalmi állapot*, amely a maximális fagyvédelmet biztosítja, majd az ezt követő a *kényszernyugalmi időszak*, amely során a növény érzékenyebben reagál a hőmérsékletváltozásra, hiszen a felmelegedés a vegetációs időszak kezdetét jelentheti. Ebben a második fázisban a szénhidrát és keményítő arányának eltolódása miatt a növény fagyra érzékenyebb, ezért a felmelegedés utáni hirtelen lehűlés komoly károkat okozhat.

A nyugalmi állapot mint általános aktivitáscsökkenéssel járó időszak kialakulásának, élettani mechanizmusának felvázolása nem nyújtana a fagyérzékeny növények viselkedése szempontjából szükségképpen megismerendő információt, ezért attól eltekintek. A nyugalmi állapot mint a fagyhatásoknak ellenálló növényi életszakasz pedig e fejezetben bemutatásra került. Most szólok a fagytűrő taxonok alaktani, morfológiai jellemzőiről.

II./1.4.3. A fagytűrés morfológiai magyarázata

A növények „termőhelyüket belső tulajdonságaikkal és külső megjelenésükkel is jellemzik, kifejezik” (VIRÁG 2005a), azonban a fagytűrő növények olyannyira nagy területet uralnak, hogy a fagytűrési tulajdonságukat morfológiai bélyegekkel nem fejezik ki. HÓDI TÓTH (2009) szóbeli közlésben rámutatott, hogy a fagytűrő képesség

² arizonica.hu/articles/honfoglalok.htm

csakis növényélettani folyamatokkal magyarázható, melyeket a II./1.4.2. fejezetben megvizsgáltam.

Amint LÁNG (1981a) rávilágít, az „alacsony hőmérséklet, különösen az állandóan alacsony éjszakai hőmérséklet a növények növekedését lassítja. Hideg tájakon és különösen magashegységekben jól követhető a növényzet fokozatos letörpülése. A havasi régiókban, ahol nyáron is fagyponthoz közeléig hűl le éjszaka a felszínközeli légréteg, rövid szárú, sűrű levélzetű, törpe termetű növények jellemzők.” A tartós hideg okozta morfológiai változások azonban számunkra érdektelenek, hiszen az általam vizsgált taxonok egyike sem származik az említett területekről, és a morfológiai bélyegek nem mutatkoznak a szubtrópusi fagyűrő növények esetében.

BEDE-FAZEKAS (2009) szóbeli közlése szerint a fagyűrőssel ellentétben a téltűrő – főként az élettani szárazság tűrése – előidézhethet sajátos morfológiai bélyegeket. Ezzel egyetértésben HÓDI TÓTH (2009) az alábbi példát ismerteti: a *Cupressus sempervirens* alacsonyabb, karcsúbb és szálasabb szerkezetű egyedei jobb téltűrőst tanúsítanak, és ugyanez mondható el a *Pinus pinea* rövidebb és sötétebb tűjű típusaira.

II./1.4.4. A fagyűrő értékelési lehetőségei

„A hidegtűrő képesség több dologra vonatkoztatva értelmezhető, így a fagyzugokban való viselkedést, a késői fagyokkal szembeni ellenálló képességet, valamint a hőmérséklettől függő vegetáció megkezdésének idejét szokták vizsgálni”. A korábban hajtó fajok általában edzettebbek. (PÁRKÁNYI 2007) Általánosan használtak a *fagyérzékeny*, *kissé fagyérzékeny* és a *fiatalon fagyérzékeny* kifejezések. Utóbbit PÁRKÁNYI (2007) azzal magyarázza, hogy „az egy-két éves fiatal rész még sok nedvességet tartalmaz” az idősebb példányok fásodott szöveteihez képest.

Nincs elterjedt tél- és klímátűrő számszerűsítő módszer, azonban HÓDI TÓTH (2009) közlése szerint ilyen értékelési rendszer kidolgozására nincs is lehetőség a növények eltérő télre való felkészülése miatt.

A fagyűrő számszerű – minimum-hőmérséklethez kötődő – értékelési módszere a II./1.5. fejezetben bemutatott USDA-zónarendszerrel meghatározott telepíthetőségi terület. A taxonokra jellemző, hogy a fagyérzékenységi zónarendszer mely sávjában maradnak meg biztosan. Az USDA-rendszer hiányosságait (vö. a II./1.5.2. fejezetben írtakkal) felismerve a Sunset Magazine létrehozta a Sunset-zónarendszert, mely az

egész éves hőmérsékleti értékeken túl a csapadékot, széljárást, domborzatot és a vegetációs időszak jellemzőit is figyelembe véve 45 régiót különít el.³ A Sunset-zónarendszer az USA nyugati államaiban terjedt el⁴, hazánkban nem találtam példát az alkalmazására.

A fagyűrőkéesség egzakt meghatározásánál elterjedtebb módszer azonban a tapasztalati ismeretek felhasználása: a taxon klímaturó, ha idős egyedei élnek hazánk területén. A klímaváltozás hatására olyan növények érkeznek a magyar piacra, melyről tapasztalattal alig rendelkezünk. Ezért egyfelől déli szomszédjaink információit, másfelől pedig a hazai kísérletek eredményeit szükséges megismernünk.

II./1.5. Fagyérzékenységi zónarendszer

II./1.5.1. A fagyérzékenységi zónarendszer jelentősége

„A díszfák–díszcserjék [...] termesztése [...] meghatározott termesztőkörzetekre koncentrálódik”, Európában ilyenek:

- az észak-atlanti (Németország, Belgium, Hollandia)
- a dél-atlanti (Franciaország)
- és a közép-olaszországi termesztőtáj.

Ezen termesztőkörzetekből származó növényanyagra jellemző, hogy a hazai nevelésű egyedekhez képest „lazább szövetűek, ezért a kezdeti szárazság- és hidegtűrésük rosszabb” A legnagyobb különbség a holland, a legkisebb az olasz import esetén figyelhető meg, hiszen utóbbi termesztőtájon a „melegebb nyár jobb hajtásbeérést és ezáltal valamivel nagyobb télállóságot biztosít”. (SCMIDT, KOMISZÁR 2005)

Az olasz és francia import növényanyag egy része „az ottani (vagy még melegebb) klímába való”, az előállítók „délebbi piacokra vagy az északi országok télikertjeibe, bevásárlócsarnokaiba, középületek belső dekorációira szánják”, ám ez sajnos a vásárlók számára ritkán derül ki. E probléma orvoslására érdemes a növényeket télállósági zónába soroló katalógusból vagy faiskolából választanunk, melyekkel „Európában még csak elvétve találkozhatunk, de számuk a jövőben előreláthatóan gyarapodni fog”. (SCMIDT, KOMISZÁR 2005)

³ en.wikipedia.org/wiki/Hardiness_zone

⁴ www.backyardgardener.com/zone

II./1.5.2. Zónák kritériumrendszere

SCHMIDT és KOMISZÁR (2005) megfogalmazásában a „télállósági zóna azt a földrajzi övezetet jelenti, ahol a szokványos telek minimumhőmérséklete közel azonos értékű”, míg egy adott taxon télállósági zónába sorolása „azt a zónát jelenti, ahol az adott faj vagy fajta még nagy biztonsággal áttelel a szabadban”. Az USDA télállósági zónarendszert az Amerikai Egyesült Államokban az 1900-as évek elején készítette el a földművelésügyi minisztérium, nevét az intézmény kezdőbetűiről kapta (*United States Department of Agriculture*).⁵ A zónák felosztását az alábbi szemlélteti.⁶

Zóna sorszáma		Alsó határ (°C)	Felső határ (°C)
0	a	< -53.9	
	b	-51.1	-53.9
1	a	-48,3	-51.1
	b	-45.6	-48.3
2	a	-42.8	-45.6
	b	-40	-42.8
3	a	-37.2	-40
	b	-34.4	-37.2
4	a	-31.7	-34.4
	b	-28.9	-31.7
5	a	-26.1	-28.9
	b	-23.3	-26.1
6	a	-20.6	-23.3
	b	-17.8	-20.6
7	a	-15	-17.8
	b	-12.2	-15
8	a	-9.4	-12.2
	b	-6.7	-9.4
9	a	-3.9	-6.7
	b	-1.1	-3.9
10	a	+1.7	-1.1
	b	+1.7	+4.4
11	a	+4.4	+7.2
	b	+7.2	+10
12	a	+10	+12.8
	b	> +12.8	

⁵ hu.wikipedia.org/wiki/USDA_klímazóna

⁶ en.wikipedia.org/wiki/Hardiness_zone

„Óriási előnye, de egyben nagy hátránya is, hogy gyakorlatilag egyetlen meteorológiai tényezőn, a téli minimum-hőmérsékleten alapul”, hiszen habár egyszerű és áttekinthető, de a fás növények sikeres áttelelése téli minimum-hőmérsékleten túl a hideghatás időpontjától és hosszától, továbbá a megelőző vegetációs időszak minőségétől is függ (SCMIDT, KOMISZÁR 2005), mint azt II./1.4. fejezetben megvizsgáltuk. Az USDA-zónák európai határait a 33. és a 68. ábra mutatja be.

II./1.5.3. Magyarország elhelyezése a zónarendszerben

Magyarország a 6a–7b USDA fagytűrési zónákba esik, melyet a 67. ábra mutat be. A leghidegebb 6a zónába az Aggtelek–Rudabányai-hegyvidék tartozik, a 6b övbe sorolhatjuk a Nyírséget, az Észak-Bakonyt és az Észak-magyarországi-középhegységet. A legmelegebb 7b minősítést kapta a Dráva-mellék, Baranyai-dombság, Kőszeg és Sopron környéke, a Balaton, Budapest környéke és a Mátraalja. Magyarország többi területe a 7a zónába tartozik.

II./2. A NÖVÉNYALKALMAZÁS ÉS A GLOBÁLIS ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ÖSSZEFÜGGÉSE

II./2.1. A globális éghajlatváltozás folyamata és okai

II./2.1.1. A klímaváltozás folyamata

„A globális klímaváltozás, különösképpen a felmelegedés, a magyar dísznövénytermesztést a termesztés és a felhasználás oldaláról egyaránt érinti”⁷, éppen ezért országszerte kísérletek indultak az elmúlt évek folyamán olyan növények felkutatására, melyek a megváltozott éghajlati körülményeket tolerálják, vagy még inkább igénylik. „A díszfaiskolai termesztésben, a többi kertészeti ágazathoz hasonlóan fel kell készülni a klíma várható módosulásaira.”⁸ Szakdolgozatomban ezért szükségesnek találtam a globális éghajlatváltozás okairól és következményeiről egy külön fejezetben szólni.

A globális felmelegedés napjainkra már elfogadott elméletté vált, számos tudományos eredmény és tapasztalati megfigyelés valószínűsíti, habár hivatalosan nem bizonyított (62. ábra). „A problémakör jelentőségét nemzetközi, illetve hazai megállapítások, kutatási eredmények is alátámasztják”. (HARNOS 2008) MIKA (1997) szerint az üvegházhatással összefüggő, mért felmelegedés és a hőmérséklet-emelkedést befolyásoló egyéb tényezők aránya még nem éri el a statisztikailag megbízható detektáláshoz szükséges mértéket, azaz az antropogén melegedés még nem bizonyított.

Az éghajlat-ingadozások vizsgálatánál rendkívül fontos a visszacsatolási mechanizmusok elemzése, beleértve a pozitív (labilizáló) és a negatív (stabilizáló) folyamatokat (26. ábra). Labilizáló folyamat például napjainkban a felmelegedés hatására csökkenő jégtakaró (47. ábra), mely a földfelszín átlagos albedójának csökkentésével a sugárzáselnyelés növekedése által még erősebb felmelegedést idéz elő. (PÉCZELY 1979) MIKA (1997) három minőségi változást hozó pozitív visszacsatoló hatásról ír:

- az óceánok függőleges síkú körforgásának mai rendszerének átalakulása,

⁷ www.georgikon.hu/INTERREGIIIA/index.htm

⁸ www.georgikon.hu/INTERREGIIIA/index.htm

II./2. A növényalkalmazás és a globális éghajlatváltozás összefüggése

- az északi-tengeri jégtakaró eltűnése,
- a nyugat-antarktiszi jég-hátság besodródása az Egyenlítő felé. E labilizáló eseményekkel ellentétben áll a földi élő szervezetek erős éghajlat-stabilizáló hatását hirdető Gaia-hipotézis.

MANNION (1997) megfogalmazásában globális környezetváltozás (*global environmental change*) a Föld keletkezésétől folyamatosan végbemenő, állandó folyamat. KERTÉSZ (2001) szerint „a környezetváltozás minőségileg új korszakába lépett az ember megjelenésével”, és az utolsó 10K évben „az ember a környezetváltozás meghatározó tényezőjévé vált”.

PÉCZELY (1971) rámutat, hogy „a Milankovics–Bacsák-elmélet szerint jelenleg egy hosszúnak ígérkező (100–150 ezer éves) interglaciális elején vagyunk”, ám a földtörténeti lépésekben mérhető általános klimatikus tendenciát napjainkban már a tudomány nem teszi felelőssé a – mindinkább bizonyítottan antropogén hatásra végbemenő – jelenkori éghajlatváltozásért (37. ábra).

II./2.1.2. A klímaváltozást kiváltó okok

SZABÓ (2005) rávilágít, hogy a Föld éghajlatjának folyamatos változása több okra is visszavezethető, mint a Nap sugárzásintenzitásának vagy a Nap–Föld közötti tér sugárzásátvitelének módosulása, a szárazföldök helyzetének vagy a tengelyferdeségnek változása. „Az eddigi ismereteink szerint a légkör sugárzásátvitelben szerepet játszó összetevőinek gyors változása eredményezheti az éghajlat jelenkori megváltozását”. PÉCZELY (1979) szerint a jelenkori klímaváltozás szempontjából két, egymással ellentétes hatású folyamat jut döntő szerephez, a vulkántevékenységek (44. ábra) és az iparosodásnak köszönhető légköri széndioxidtartalom-növekedés (38. ábra). Előbbi csökkenti a hőmérsékletet, utóbbi pedig a többi üvegházgázhoz hasonlóan emeli azt. MIKA (1997) rámutat, hogy a vulkánosság, a sztratoszferikus ózonszintcsökkenés, a naptevékenység, a direkt hőkibocsátás erősödése és a földhasználatban beállt változások, mint az erdőirtás és az elsivatagosodás, az üvegházgázok és légköri aeroszokok hatásához képest elenyésző módon befolyásolják a felmelegedést.

KERTÉSZ (2001) megfogalmazásában az üvegházgázok szelektív abszorpciója, azaz válogató elnyelése felelős az üvegházhatás kialakulásáért, hiszen a gázok (pl. széndioxid (34. és 58. ábra), metán (35. és 57. ábra), dinitrogén-oxid (36. és 60. ábra), halogénezett szénhidrogének (59. ábra), ózon, vízgőz) a földfelszín által sugárzott

hosszúhullámú infravörös spektrumot tartják vissza. PÉCZELY (1979) nyomán ugyanakkor KERTÉSZ hangsúlyozza, hogy „az üvegházhatás nem csak és nem elsősorban antropogén hatásra következik be”, és „üvegházhatás nélkül Földünk felszínének középhőmérséklete -20°C lenne”. LÁNG (1981a) szintén az üvegházhatás nélkülözhetetlensége mellett érvel, hiszen az „ 44°C -kal emeli a földfelszín átlagos hőmérsékletét (-30°C -ról $+14^{\circ}\text{C}$ -ra) és mintegy 150°C -kal csökkenti a felszín hőmérsékleti ingadozásainak szélsőségeit”. MIKA (1997) rámutat, hogy a „szén-dioxidtól különböző üvegházgázok szerepe a sugárzási mérleg eltolódásában kb. ugyanolyan fontos, mint magáé a szén-dioxidé”.

SZABÓ (2005) szerint a légköri CO_2 mennyiségének növekedésében döntő szerepe van a termőföldnövelés céljából történő erdőégetésnek, míg a CH_4 az állattenyésztés hatására dúsul a légkörben.

MIKA (1997) az antropogén hatásra légkörbe kerülő troposzférikus szulfát-aeroszolokra hívja fel a figyelmet, melyek 1996-os IPCC-kutatások szerint a jövőben kb. egyharmadával fékezhetik az üvegházhatás erősödését. Az emberi hatásra dúsuló aeroszolok és ritkuló magaslégköri ózon magyarázatot adhatnak az elmúlt kb. száz év éghajlati modellek alapján vártnál kisebb átlaghőmérséklet-emelkedésére.

II./2.2. A globális éghajlatváltozás következményei

II./2.2.1. Globális változások

KERTÉSZ (2001) szerint az „éghajlati scénáriók ma már eléggé megbízható eredményeket produkálnak” (az egyes éghajlati tényezők előrejelzésének megbízhatóságáról lásd a 8. táblázatot), ezt bizonyítja a klímamodellek sikeres paleoklimatológiai alkalmazása. „A globális évi átlaghőmérséklet változásának intervalluma $2\text{--}5^{\circ}\text{C}$ ” (25. ábra), habár az „óceánok nagy hőkapacitása néhány évtizeddel késlelteti az egyensúly felmelegedését”, így várhatóan a prognosztizált értéket nem éri el még a kétszeres széndioxid-szint esetén. MIKA (1997) hasonló állásponton van, mégis kiemeli, hogy a mélyóceánok jelentős késleltető hatása ellenére „a feltételezett egyensúlyi felmelegedés mintegy fele szinte azonnal érvényre jut, s további néhány évtized elteltével gyakorlatilag a teljes változás is”.

KERTÉSZ (2001) valószínűnek tartja, hogy a „hőmérséklet várható emelkedése következtében megnő bizonyos kártevők hatásterülete” a magasabb földrajzi szélességek irányába. További negatívumként említi a vernalizáció csökkenését, mely „a téli hónapok hőmérséklet-emelkedésének várható következménye a közepes földrajzi szélességeken”. SALINGER (1989) számításai alapján várhatóan 10–30%-kal csökken a vernalizáció szempontjából hatékony téli lehűlés 1 °C évi középhőmérséklet-emelkedés hatására.

KERTÉSZ (2001) rámutat, hogy az „egyes tényezők változékonyságáról, szélsőértékeiről alig mondhatunk valamit”, így nincsen biztos előrejelzés a viharok, aszályok, nagyintenzitású csapadékok, hőhullámok és fagyok alakulásáról sem. „A természetföldrajzi folyamatokat ugyanakkor elsősorban a szélsőséges folyamatok határozzák meg”. Evvel rávilágít, hogy a fagyérzékeny növények szempontjából a klímaváltozás nem feltétlenül pozitív folyamat. Habár a melegigényes taxonok várhatóan jobb hajtásbeérést produkálnak, a korai és késői fagyok számáról, minőségéről jelenleg nem áll kielégítő mennyiségű információ a tudomány számára.

MIKA (1997) szerint a szén-dioxid-koncentráció növekedésével párhuzamosan fokozódik a növények fotoszintézise, nő a biomassza és a termésmennyiség. Várhatóan „csökken a növények fajlagos párologtatóképessége, vagyis javul a rendelkezésre álló víz hasznosulása”. SZABÓ (2005) szerint az éghajlatváltozás várható/esetleges hatásai a következők:

- tengervíz hőmérséklete emelkedik (a magasabb szélességeken)
- tengervíz O₂- és CO₂-elnyelési képessége csökken (pozitív visszacsatolás)
- tengeri hordalékból CH₄ szabadul fel (pozitív visszacsatolás)
- fontos energiaszállító tengeráramlatok gyengülnek (Golf-áramlás)
- tengeri ökoszisztéma változik
- Föld cirkulációs rendszere változik, tengeráramlatok iránya megváltozik
- halászat és a tengerparti gazdálkodás megbomlik
- légkori deformációk, időjárási anomáliák megjelenése a mérsékelt övben (északi félgömbön enyhébb tél, déli féltekén hűvösebb időjárás)
- globális léghőmérséklet-emelkedés (53. és 61. ábra)
- meghosszabbodott tenyészidőszak
- hamarabb összegyűlik a szükséges hőösszeg
- kártevők több nemzedéke is megjelenik

- partvidéken a csapadékmennyiség nő
- belső szárazföldi területeken a csapadékmennyiség csökken
- ökológiai zónák eltolódnak a sarkok irányába (39. ábra)
- gazdasági módok, kultúrák átalakulnak
- növényi szervesanyag-termelés növekedik (főként a lágyszárúak esetében)
- fogyasztó szervezetek produktivitása változik
- összességében a mezőgazdasági növénytermesztési struktúra és a növényvédelem újragondolása szükségessé válik, mely megállapítás a dísnövénytermesztésre átültethető.

KERTÉSZ (2001) a termesztett növényekre vonatkozó megjegyzése átültethető a melegigényes dísfákra is: „a hőmérséklet emelkedése várhatóan meghosszabbítja a vegetációs periódust azokban a térségekben, ahol jelenleg a nem elegendő hőmennyiség fontos korlátozó tényező, a mezőgazdasági termelés lehetőségének határa pedig eltolódik a sarkok felé”. Az északi félgömbön 1 °C-os évi középhőmérséklet-emelkedés a gabonafélék északi termesztési határát 150–200 km-rel tolja észak felé, magassági határát pedig 150–200 m-rel mozgatja feljebb. GAÁL (2008) azonban felhívja a figyelmet, hogy bár „a vegetációs periódus hosszabbodása kedvező a hosszabb tenyészidejű” taxonok telepítéséhez, „nagyobb kockázatot jelenthet az extrém események (pl. csapadék, fagy) vonatkozásában”.

II./2.2.2. Hazai változások

A klímaváltozás globális léptékű hatásait az elkövetkező adatok értelmezéséhez szükséges mértékben felvázoltam, és most következő szakaszban Magyarország várható éghajlati változásait mutatom be. Fontos azonban szem előtt tartanunk KERTÉSZ (2001) észrevételét, miszerint a hőmérséklet-változás regionális különbségei „nagyobb intervallumban mozognak, mint a globális hőmérséklet átlagértékei”, hiszen a helyi tényezők figyelembe vételének hiányosságai miatt bizonytalanabb a regionális előrejelzés (vö. a 8. táblázattal). MIKA (1997) az előzőekkel egyetértésben írja, hogy az „éghajlat legfejlettebb matematikai modelljeinek horizontális felbontása is néhány száz kilométer, s ennek megfelelően fizikai tartalmuk sem teljes értékű”.

„Időjárásunk változását modellező forgatókönyvek szerint, az üvegházhatás erősödésével a hazai éghajlat szárazabbá és napfényben gazdagabbá válik.”⁹

⁹ www.georgikon.hu/INTERREGIIIA/index.htm

MIKA (1997) szerint az északi félgömb hőmérsékletének emelkedésével párhuzamosan hazánk területére nyáron hulló csapadékmennyiség $(-50) - (-100)$ mm/°C együtthatóval meredeken csökken, a relatív napfénytartam a nyári félévben pedig jelentősen, $0,2\text{ °C}^{-1}$ együtthatóval növekszik. „A téli félévi csapadékváltozás a félgömbi átlaghőmérséklet $0,5\text{ °C}$ -os változásaig az egyes körzetekben nem azonos előjelű, s a pozitív együtthatók is kisebbek, mint a nyári félévi csapadékcsökkenés”. BARTHOLY és PONGRÁCZ (2008) viszont rámutat, hogy a 2071–2100 időszakra a téli csapadékmennyiség jelentősen, 20–37%-kal megnő. MIKA (2008) szerint „ $0,5\text{ °C}$ -os melegedésre a felszíni globálsugárzás 8–10%-os erősödése is következik”. A nyári félév hőmérséklete 1,0–1,6-szoros együtthatóval követi félgömbünk hőmérséklet-változását. Az elmondottakból következik, hogy a talaj nedvességtartalmának erőteljes csökkenése várható, és az aszályos hónapok száma $0,5\text{ °C}$ hőmérséklet-emelkedés esetén 60%-kal növekedne. Hazánk területén a cirkuláció anticiklonosabbá válik, melyet a korábban vázolt tendenciákon túl az energia-egyensúlyi modell is megerősít.

Szakmai köztudatban elterjedt tévhit, hogy a téli szélsőségek kialakulásának valószínűsége megnő, ez azonban csak a nyári évszakra mondható el! MIKA (1997) evvel összefüggésben a következőket írja: „csökken a tartósan hideg telek gyakorisága, bár ezek epizodikus fellépésével [...] számolni kell. Elvileg ritkábbak lesznek az áprilisi–májusi illetve a szeptemberi–októberi fagyok, ám a tenyészidőszak meghosszabbodásával a kockázatos időszakok is a hideg évszak felé tolódnak”. BARTHOLY és PONGRÁCZ (2008) szerint a zord napok száma 2071–2100-ra 87–95%-kal csökken, továbbá a hideg napok és hideg éjszakák száma is felével-kétharmadával kevesebb lesz. A szerzők továbbá a téli minimumhőmérséklet $2,8\text{--}4,6\text{ °C}$ -os növekedését prognosztizálják.

II./2.3. Az éghajlati zónarendszer várható eltolódása

II./2.3.1. A földrajzi analógiai módszere

Az éghajlatot jól tükröző növényzeti zónák eltolódását globális léptékben mutatja be a 39. ábra, ám a lokális változások megismeréséhez nem elégséges e térképek elemzése. Ezért szükséges a lentebb vázolt földrajzi analógiát bemutatnom. „A Földön számos olyan terület található, melyek klimatikus viszonyai és az ott élő növények sok

közös vonással rendelkeznek a nálunk várhatóan megjelenő klímával és növényvilággal.”¹⁰ Az ún. *földrajzi analógia* alkalmazható a növények termesztetőségének és telepíthetőségének meghatározott idő múlva várható elmozdulásának előrejelzésére. KERTÉSZ (2001) szerint a „földrajzi analógia módszerének alkalmazása során olyan pontot keresünk a Földön, amelynek jelenlegi éghajlati paraméterei – mindenekelőtt évi középhőmérséklete – olyanok, mint amilyenek az általunk vizsgált pont paraméterei lesznek az üvegházhatás eredményeképpen”. HORVÁTH (2008) rámutat, hogy analóg területek meghatározására alkalmas a *Climex-módszer*, mely a hőmérsékletet és a csapadékmennyiséget azonos súllyal veszi figyelembe, továbbá annak továbbfejlesztése, mely e két paramétert előre rögzített arányban értékeli ki. KERTÉSZ (2001) szerint a földrajzi analógia alkalmazása során feltételezzük, hogy „azonos kezdeti feltételek, de különböző kiváltó okok esetében az éghajlati és az egész környezeti rendszer hasonlóképpen fog válaszolni”. HORVÁTH (2008) rávilágít, hogy az időjárási rendszer átalakulásával nem változik meg a nappalhosszúság éves dinamikája, így a sugárzási viszonyok sem, továbbá a domborzati és geológiai viszonyok is változatlanok maradnak.

HORVÁTH (2008) összefoglalásában a földrajzi analógia 3 fő lehetőséget kínál: a vizualizálást, a tapasztalatszerzést és a tapasztalatátadást. Szakdolgozati témám szempontjából a jövőbeni Magyarországgal analóg jelenlegi területek dísnövény-telepítési, növényalkalmazási tapasztalatainak megismerése céljából szükséges felvázolnom a modellezési eredményeket.

II./2.3.2. Magyarországgal analóg területek

KERTÉSZ (2001) szerint a magyarországi régió megfelelője a mai Toszkána. MIKA (1997) a különböző hőmérséklet-növekedések függvényében megad néhány Budapesttel analóg várost a januári és júniusi hőmérséklet és az évi csapadékösszeg alapján:

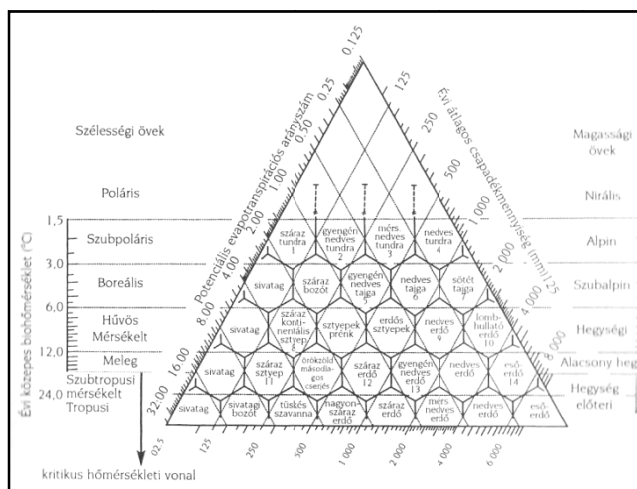
- +1 °C: Várna, Plovdiv
- +2 °C: Burgasz, Jalta
- +3 °C: Bologna
- +4 °C: Firenze, Washington

¹⁰ www.georgikon.hu/INTERREGIIIA/index.htm

MIKA (1997) megfogalmazásában a „globális melegedéssel [...] kezdetben az 'elmozdulás' délkeleti irányú, ám kb. 2 °C után [...] enyhe déli komponenssel nyugat felé tolódik”. HORVÁTH (2008) Debrecennel analóg területek kutatása kapcsán összegzi, hogy a klímaváltozás előrehaladtával az analóg területek egyre délebbre kerülnek, az eltolódás a következő évtizedekben 250–450 km, az évszázad közepére pedig 450–650 km lehet (41. és 42. ábra). A század végére már Európában nem, hanem Észak-Afrikában található elfogadható analóg terület. Debrecenre vonatkoztatva ezek a vizsgált klímaszcenáriók szerint a Vajdaságban, Dél-Romániában és Észak-Bulgáriában (2011–2040), továbbá Közép-Bulgáriában és Észak-Görögországban (2041–2070) helyezkednek el.

Az 2040 utáni időszakra a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás már faj- és fajtaváltásokat igényel (HORVÁTH 2008), így a hosszú életű fás taxonok telepítésekor e tényt már figyelembe kell vennünk. Javaslom az analóg területek dísnövény-alkalmazási tapasztalatainak feltárását és terjesztését célzó kutatások és oktatási programok indítását, továbbá a hazai, növényalkalmazásban foglalkozó szakembereket képző intézmények dendrológiai tananyagának újragondolását. A tájépítész szakma számára nagy kihívás, hogy a klímaváltozás hatásait felkészülten fogadja, továbbá az éghajlati változás nyújtotta lehetőségeket időben felismerje és kihasználja.

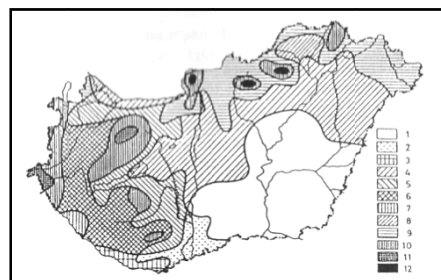
II./3. FÜGGELÉK



1. ábra. A Holdridge-féle éghajlat-növényzet-modell (HOLDRIDGE nyomán, KERTÉSZ 2001 p.83)

Flóraelemek		%
Kozmopolita		6,31
Adventív	amerikai	2,45
	ázsiai, afrikai	0,61
Európai	cirkumpoláris	8,10
	eurázsiai	22,52
	európai	8,48
	közép-európai	11,97
Kontinentális		7,73
Pontusi		3,02
Mediterrán	pontusi-med.	3,77
	mediterrán	13,50
Atlanti		3,53
Boreális		0,33
Alpin		1,33
Balkáni	alpin-balkáni	1,12
	balkáni	2,18
	dacikus	0,37
Endemikus	pannónia	1,93
	kárpáti	0,75

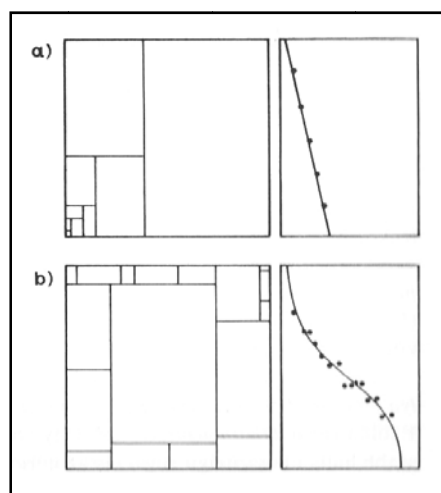
1. táblázat. A magyarországi flóraelemek megoszlása (TERPÓ 1978 p.134)



2. ábra. Magyarország éghajlati körzetei (PÉCZELY nyomán, ERDŐS 1996 p.135)

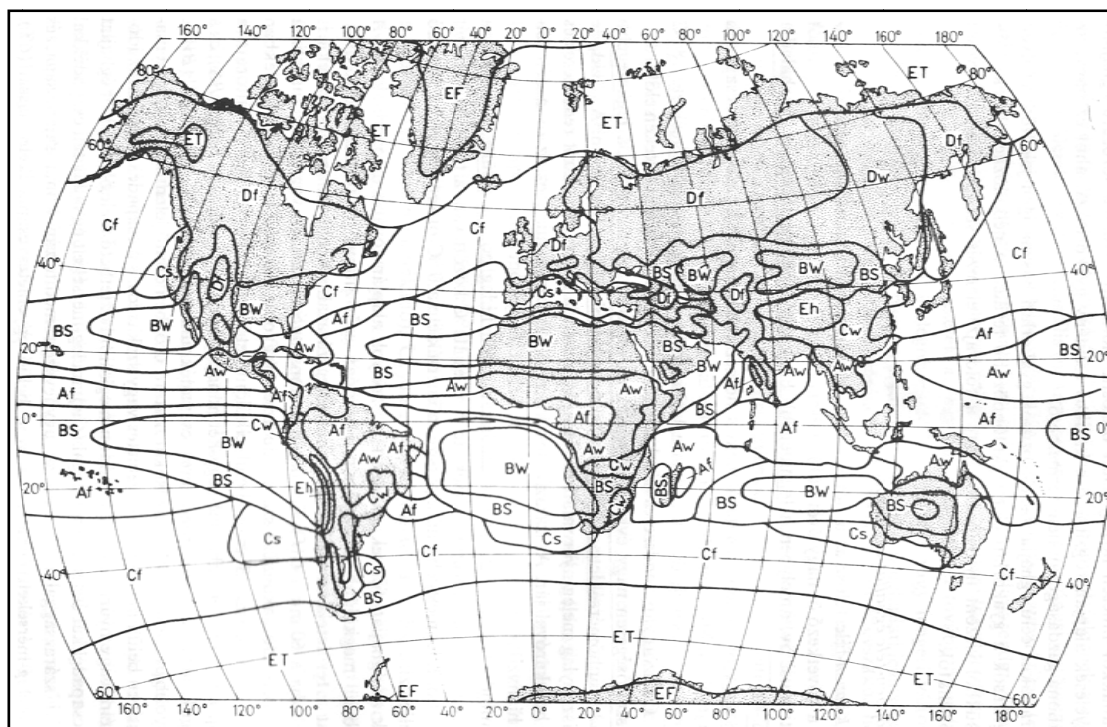
Jelmagyarázat:

1. meleg, száraz
2. meleg, mérsékelt száraz
3. meleg, mérsékelt nedves
4. mérsékelt meleg, száraz
5. mérsékelt meleg, mérsékelt száraz
6. mérsékelt meleg, mérsékelt nedves
7. mérsékelt meleg, nedves
8. mérsékelt hűvös, száraz
9. mérsékelt hűvös, mérsékelt száraz
10. mérsékelt hűvös, mérsékelt nedves
11. mérsékelt hűvös, nedves
12. hűvös, nedves

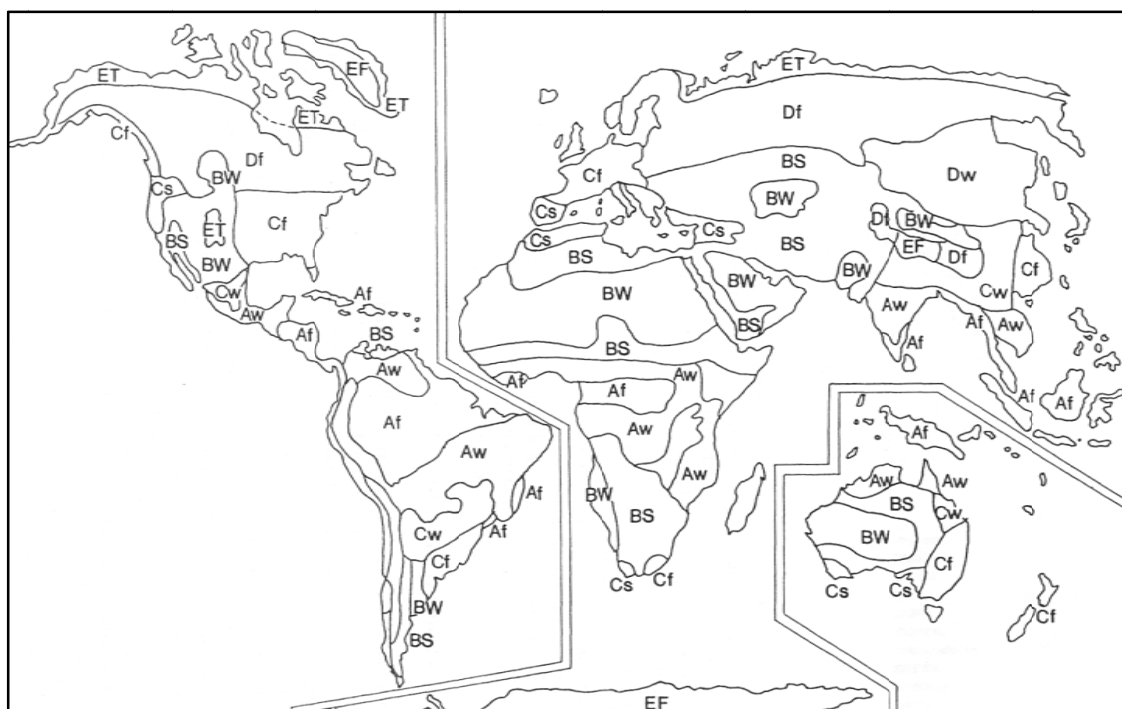


3. ábra. A társulás niche-tér kétfajta felosztási modellje. a) a pionír társulásokra jellemző geometriai eloszlás, b) sokfajú növényfajta társulásokra jellemző lognormál eloszlás (WHITTAKER nyomán, FEKETE 1981 p.279)

II./3. Függlék



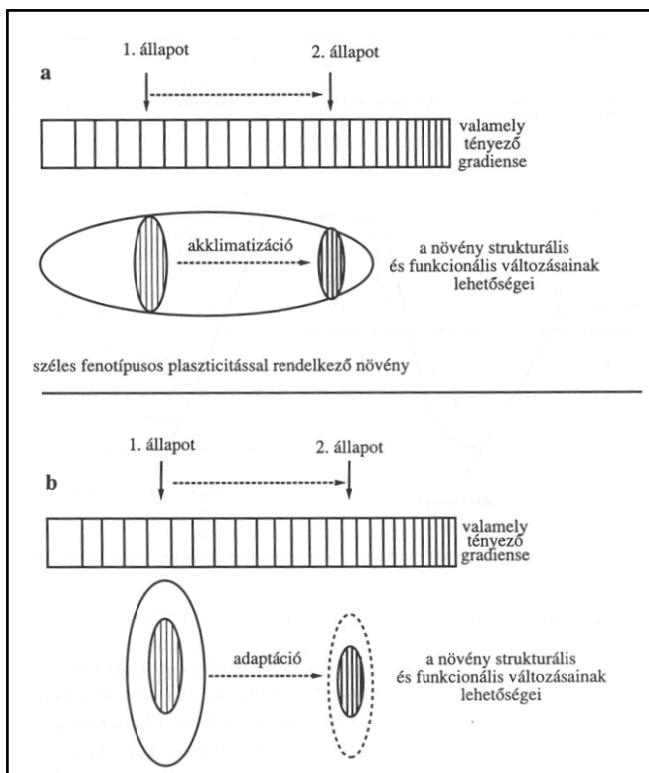
4. ábra. A Föld éghajlati felosztása Köppen rendszere szerint (PÉCZELY 1979 p.236)



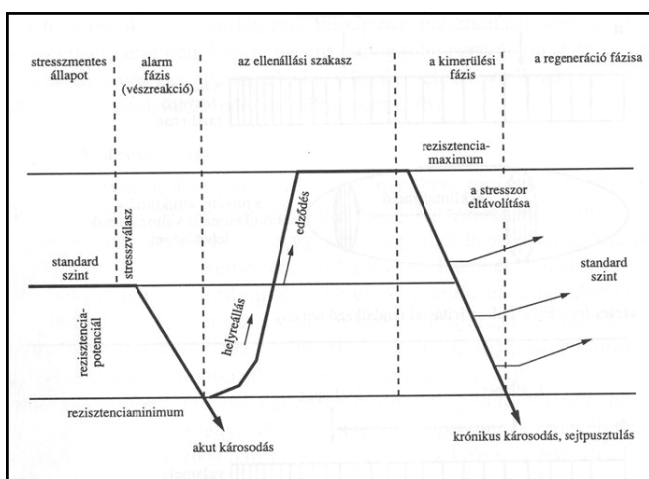
5. ábra. A Köppen-féle klímarendszer (JUSTYÁK 1997a p.196)

Faj	Fenológiai fázis		
	rügyattanás	teljes virágzás	kötődés
Alma	-2,8—-3,9	-1,7—-2,5	-1,1—-2,7
Őszibarack	-1,7—-6,7	-1,1—-3,9	-1,1—-2,2
Körte	-1,7—-3,9	-1,7—-2,2	-1,0—-2,2
Szilva	-1,1—-5,6	-0,6—-3,0	-0,6—-2,2
Kajszi	-1,1—-5,6	-0,6—-2,2	-0,5—-2,2
Csereesznye	-1,7—-5,6	-1,1—-2,7	-1,1—-2,2

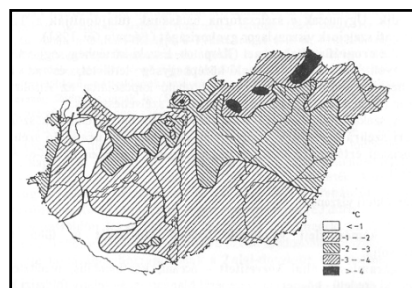
2. táblázat. Gyümölcsfajok küszöbértéke a fagy okozta károsodás alapján (TÓKEI 1997a p.399)



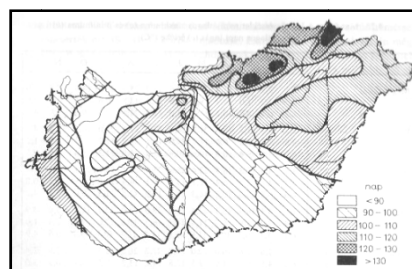
8. ábra. A fenotípusos plaszticitás, az aklimatizáció és adaptáció kapcsolata növényeknél. a – Tág fenotípusos plaszticitástú növényeknél a környezeti feltételek változása esetén a növény anyagcseréje megváltozik, és ez biztosítja az aklimatizációt. b – Korlátozott fenotípusos plaszticitású növényeknél a környezeti feltételeknek a fiziológiai tűréshatáron túli változása esetén a populáció fennmaradását csak az adaptáció biztosíthatja. (SZIGETI 2002 p.954)



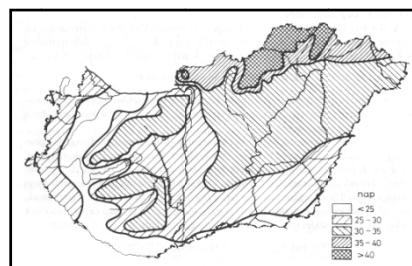
10. ábra. A stresszszindróma (SZIGETI 2002 p.953)



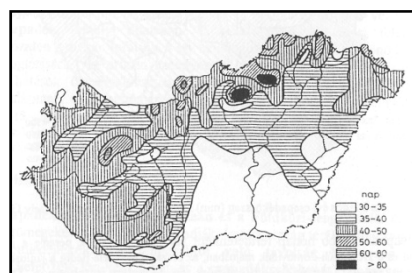
6. ábra. Januári középhőmérséklet (°C) Magyarországon (PÉCZELY nyomán, ERDŐS 1996 p.128)



7. ábra. Fagyos napok átlagos száma Magyarországon (PÉCZELY 1979 p.273)

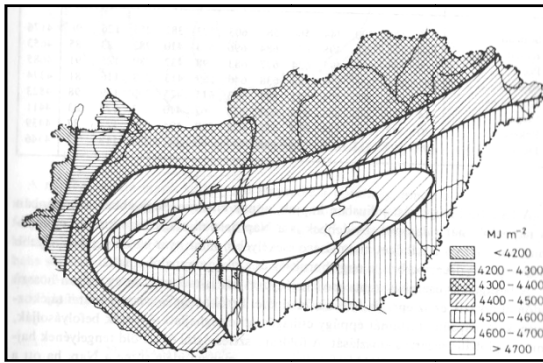


9. ábra. Téli napok átlagos száma Magyarországon (PÉCZELY 1979 p.272)

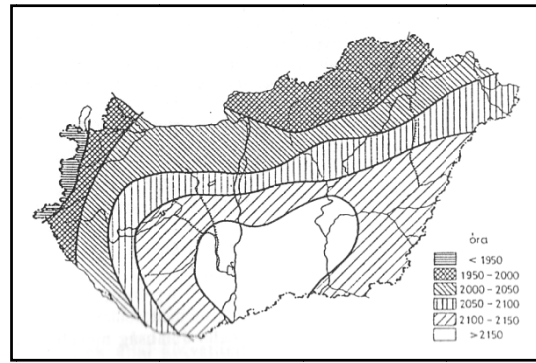


11. ábra. Hótakarós napok száma Magyarországon (PÉCZELY nyomán, ERDŐS 1996 p.134)

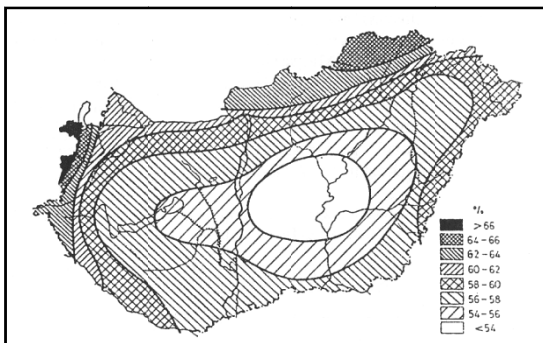
II./3. Függelék



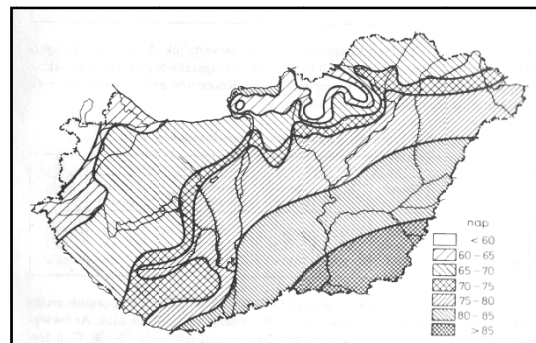
12. ábra. A globális sugárzás (MJ/m^2) átlagos évi összege Magyarországon (PÉCZELY 1979 p.259)



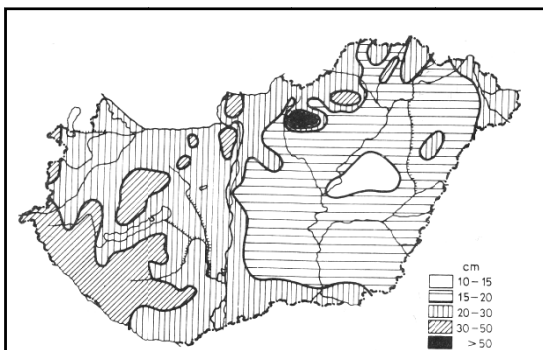
13. ábra. Napfénytartam (óra) átlagos évi összege Magyarországon (PÉCZELY nyomán, ERDŐS 1996 p.125)



14. ábra. Az évi átlagos felhőzet (%) Magyarországon (PÉCZELY nyomán, ERDŐS 1996 p.125)



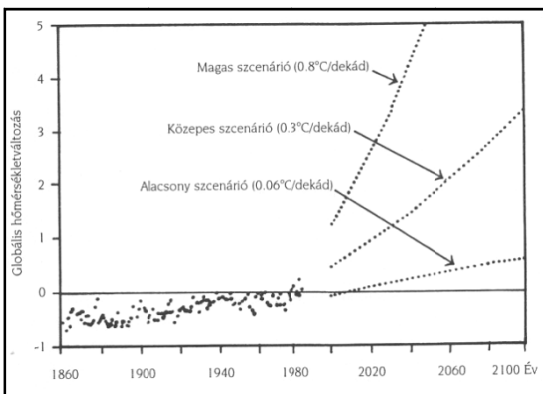
15. ábra. Nyári napok átlagos száma Magyarországon (PÉCZELY 1979 p.273)



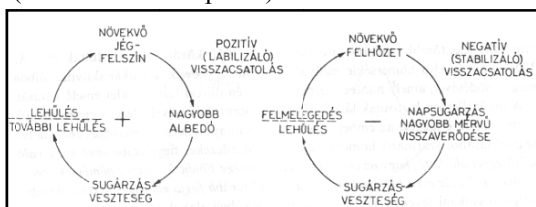
16. ábra. Az átlagos maximális hóvastagság (cm) Magyarországon (PÉCZELY 1979 p.280)

	J.	F.	M.	Á.	M.	J.	J.	A.	Sz.	O.	N.	D.	Év
Középhőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$)													
Pécs	-0,7	1,3	6,1	11,9	16,9	20,4	22,6	21,9	17,9	11,8	6,2	1,8	11,5
Budapest	-1,1	1,0	5,8	11,8	16,8	20,2	22,2	21,4	17,4	11,3	5,8	1,5	11,2
Debrecen	-2,7	-0,6	4,5	11,0	16,5	19,8	21,8	20,8	16,4	10,2	4,9	0,5	10,3
Belgrád	-0,2	1,6	6,6	12,2	17,1	20,5	22,6	22,0	18,3	12,5	6,8	2,5	11,8
Bukarest	-2,7	-0,6	4,6	11,7	17,0	20,5	23,3	22,7	18,3	12,0	5,5	0,4	11,1
Dayton	-1,3	-0,6	3,8	10,4	16,4	21,9	24,0	23,2	19,3	13,1	5,4	-0,1	11,3
Csingtao	-1,1	0,1	4,5	10,3	15,7	20,0	23,7	25,1	21,4	15,9	8,6	1,6	12,1
Csapadékösszeg (mm)													
Pécs	41	46	41	58	66	69	64	55	47	64	71	45	667
Budapest	42	44	39	45	72	76	54	51	34	56	69	48	630
Debrecen	35	36	30	36	61	80	59	64	41	49	53	40	584
Belgrád	48	46	46	54	75	96	60	55	50	55	61	55	701
Bukarest	43	36	35	47	69	87	55	49	30	44	43	41	578
Dayton	81	59	79	84	95	104	90	73	66	57	68	60	915
Csingtao	11	9	19	31	40	83	147	147	85	34	23	17	646
Relatív nedvesség (%)													
Pécs	83	78	70	64	66	64	62	63	67	75	81	83	71
Budapest	81	76	67	60	62	62	60	62	65	74	81	83	69
Debrecen	85	82	74	67	67	69	67	70	73	78	85	86	75
Belgrád	81	77	68	62	65	65	62	62	64	72	80	82	70
Bukarest	86	82	71	63	62	61	58	57	61	73	84	87	70
Dayton	82	79	71	68	69	68	68	68	67	69	74	82	72

3. táblázat. Éghajlati átlagok a hosszabb meleg évszaki kontinentális klíma területéről (PÉCZELY 1979 p.251)

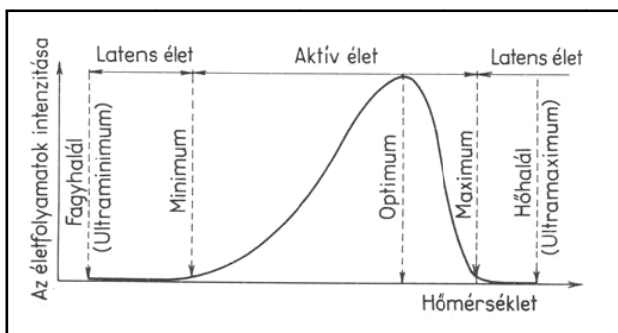


17. ábra. A globális felszíni hőmérséklet 2100-ig való megváltozására vonatkozó három scenárió. A középső és a felső görbe 10-100-szor gyorsabb klímaváltozást képvisel, mint a természetes eredetű változások tipikus mértéke (JAEGER nyomán, KERTÉSZ 2001 p.44)

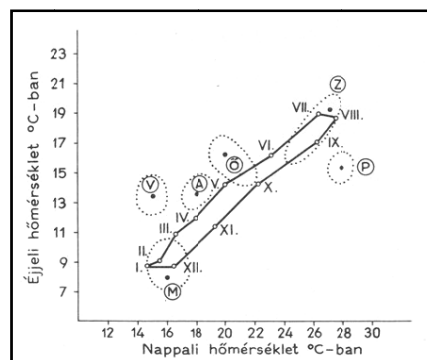


18. ábra. Labilizáló és stabilizáló visszacsatolási mechanizmusok (PÉCZELY 1979 p.212)

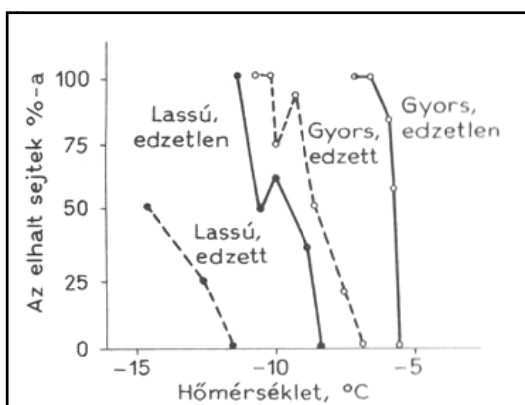
II./3. Függelék



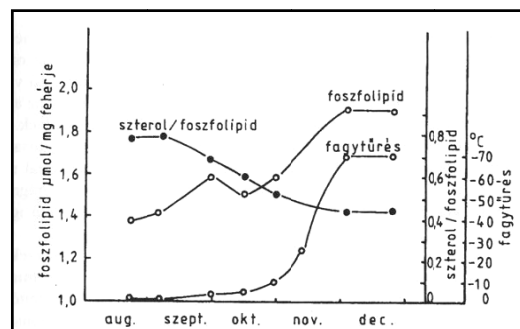
19. ábra. A hőmérséklet optimumgörbéje és a hőmérséklet kardinális pontjai (SZALAI 1974 p.235)



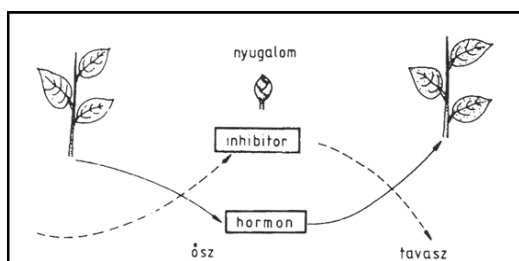
20. ábra. Különböző növények optimális növekedési hőmérséklete nappal és éjjel (SZALAI 1974 p.237)



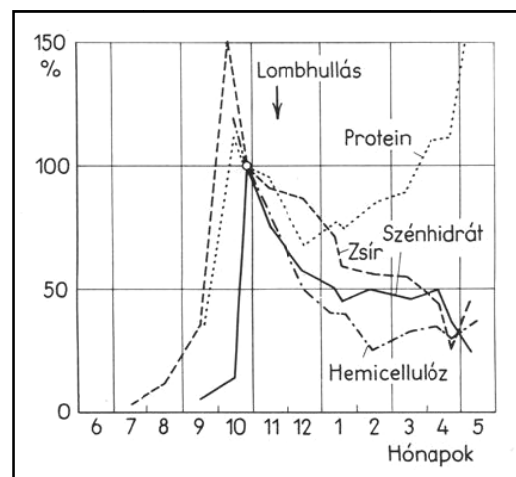
21. ábra. Az alacsony hőmérséklet letális hatása edzett és edzetlen káposztalevelekre gyors és lassú lehűlés esetén (LEVITT nyomán, SZALAI 1974 p.239)



22. ábra. Eperfa kéregsejtjeinek plazmalemmájában a szezonális hőadaptáció során lejátszódó változások (PETHŐ 1998 p.173)



23. ábra. A növekedésserkentő hormonok és a növekedést gátló inhibitorok szintjének változása, áttelelő növények nyugalmanak kialakulása, valamint a nyugalom megszűnése (PETHŐ 1998 p.125)



24. ábra. A *Fagus*-rügyek raktározott anyagainak átalakulása a teljes nyugalomtól rügyfészlésig (GÄUSMANN nyomán, SZALAI 1974 p.182)



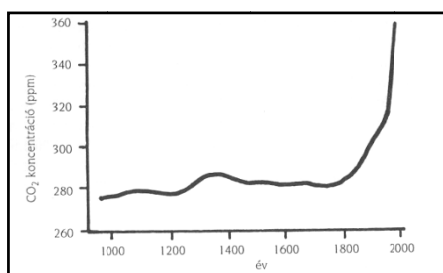
25. ábra. Európa télállósági zónái a téli minimum-hőmérséklet alapján (SCHMIDT és KOMISZÁR 2005 p.91)

II./3. Függelék

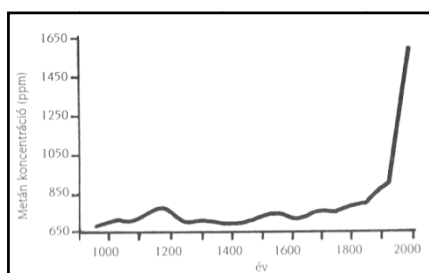
Tulajdonság Jelenség	A valószínű évi globális átlag változása	A változás eloszlása		Éven belüli változás ^e	Jelentős átmenet	Az előrejelzés megbízhatósága		A konszenzushoz vezető kutatásra fordított idő becsült értéke
		Regionális átlag	Időszakosság változása			Globális átlag	Regionális átlag	
Hőmérséklet ^f	+2–+5 °C	-3–+10 °C	Igen	Lefelé?	Igen	Magas	Közepes	0 – 10
Tengerszint:	0–80 cm ^g	b	Nem	d	Igen ^h	Magas	Közepes	5 – 10
Csapadék	+7–+15%	-20–+20%	Igen	Fölfelé?	Igen	Magas	Alacsony	10 – 40
Direkt sugárzás	-10–+10%	-30–+30%	Igen	d	Lehetséges	Alacsony	Alacsony	10 – 40
Evapotranspiráció	+5–+10%	-10–+10%	Igen	d	Lehetséges	Magas	Alacsony	10 – 40
Talajnedvesség	d	-50–+50%	Igen	d	Igen	d	Közepes	10 – 40
Lefolyás	Növekedés	-50–+50%	Igen	d	Igen	Közepes	Alacsony	10 – 40
Viharok	d	d	b	d	Igen	d	d	10 – 40

^a Az ipari forradalom előtti légköri CO₂ ekvivalens érték megkettőződése esetén
^b A tengerszint változásai, a globális mérték figyelembe vételével, kivéve a geológiailag aktív területeket, illetve azon térségeket ahol a tengeráramlásokban változások mutatkoznak
^c Hosszabb időszakok és fokozott trópusi ciklonvékenység valószínűsíthető, a melegebb tengerfelszíni hőmérsékletek következtében
^d A mennyiségi, illetve minőségi előrejelzés nem lehetséges
^e Következtetések az USA-ra vonatkozóan Rind, D. et al. (1989) alapján
^f Háromdimenziós modellezési eredmények alapján: ha csupán a nyomgázok koncentrációjának emelkedése volna az oka a XX. századi 0,5 °C-os hőmérsékletemelkedési trendnek, úgy ez a tartomány talán 1 °C-kal kisebb volna
^g Csupán kisebb változásokat feltételez Grönlandon és a nyugati Antarktisz jégtaikarói tekintetében a XXI. században

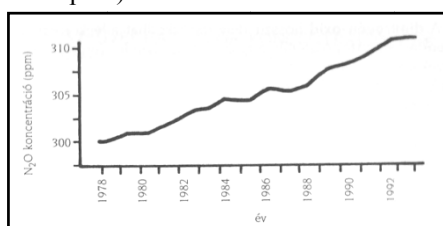
4. táblázat A klímaváltozás mértéke (KERTÉSZ 2001 p.42)



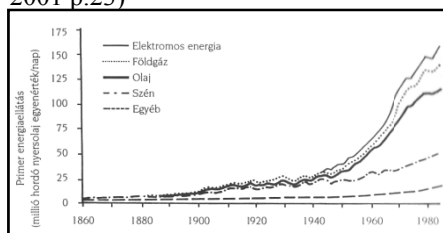
26. ábra. A szén-dioxid légköri koncentrációjának változása (HOUHTON et al. nyomán, KERTÉSZ 2001 p.22)



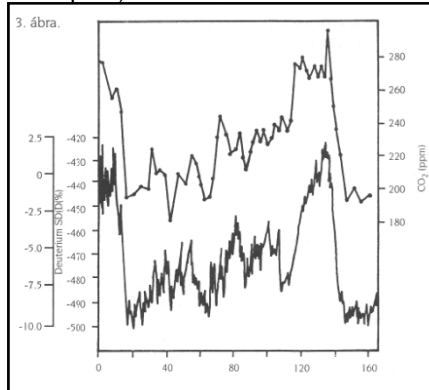
27. ábra. A metán légköri koncentrációjának változása (HOUHTON et al. nyomán, KERTÉSZ 2001 p.22)



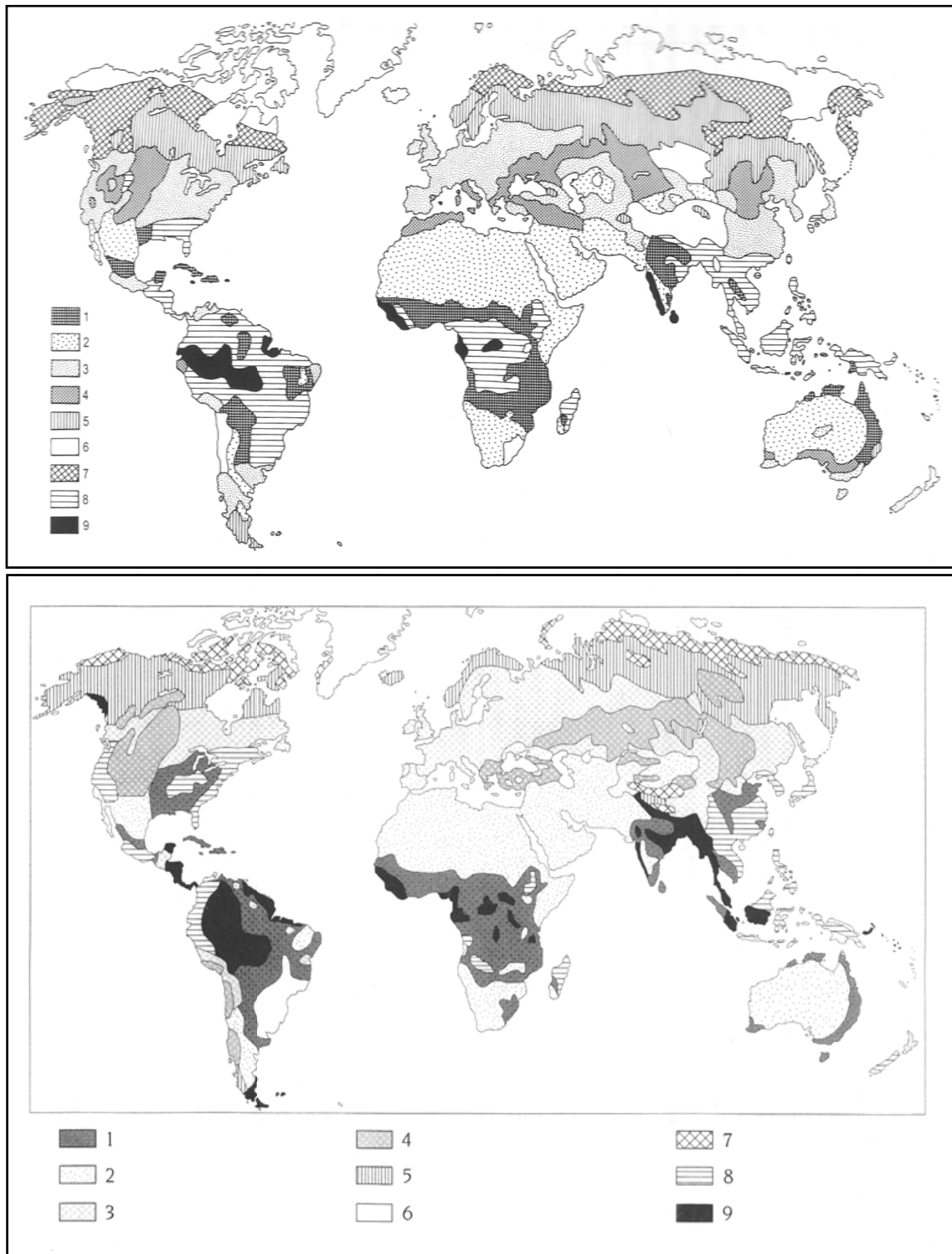
28. ábra. A dinitrogén-oxid légköri koncentrációjának változása (HOUHTON et al. nyomán, KERTÉSZ 2001 p.23)



29. ábra. Energiafogyasztás növekedése (DAVIS nyomán, KERTÉSZ 2001 p.29)



30. ábra. A légköri CO₂-koncentráció (felső görbe) értékei és a hozzá tartozó becsült hőmérsékleti értékek (a jelenlegihez viszonyítva, alsó görbe) az antarktisi jég (Vosztok ice core) levegőzárványai, valamint a jég deutériumtartalma alapján (BARNOLA et al. nyomán, KERTÉSZ 2001 p.26)

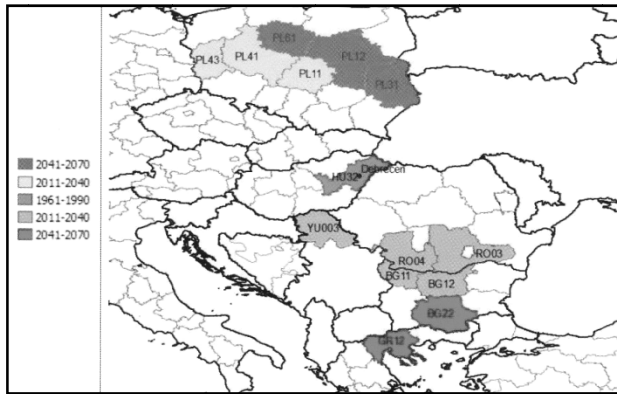


31. ábra. A Föld növényzeti övei a Holdridge-rendszer alapján (felső ábra) és az UKMO GCM (kétszeres CO₂-szint) előrejelzése alapján (alsó ábra) (MANNION és SMITH et al. nyomán, KERTÉSZ 2001 p.84, p.86)

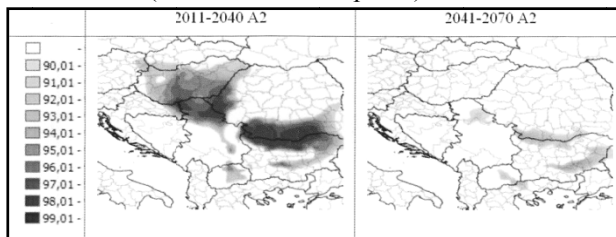
Jelmagyarázat:

1. trópusi-szubtrópusi száraz erdő
2. trópusi-szubtrópusi szavanna, félsivatag, sivatag
3. meleg mérsékelt száraz erdő, mérsékelt félsivatag, hűvös és meleg mérsékelt erdő
4. meleg mérsékelt sztyepp
5. boreális sivatag, száraz bozót, boreális nedves erdő (nedves tajga, sötét tajga)
6. poláris sivatag, jég
7. tundra
8. szubtrópusi nedves erdő, szubtrópusi nedves esőerdő
9. trópusi nedves erdő, szubtrópusi esőerdő

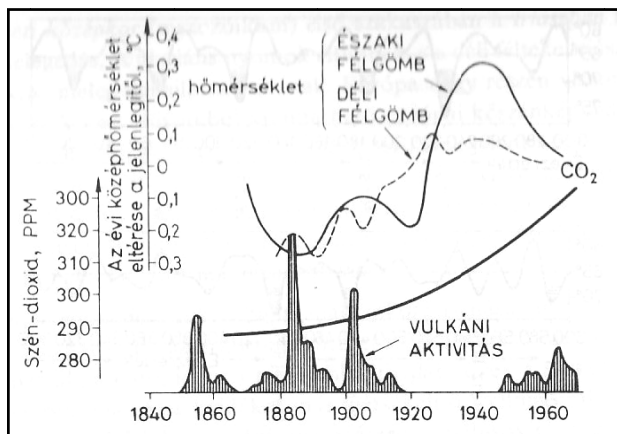
II./3. Függelék



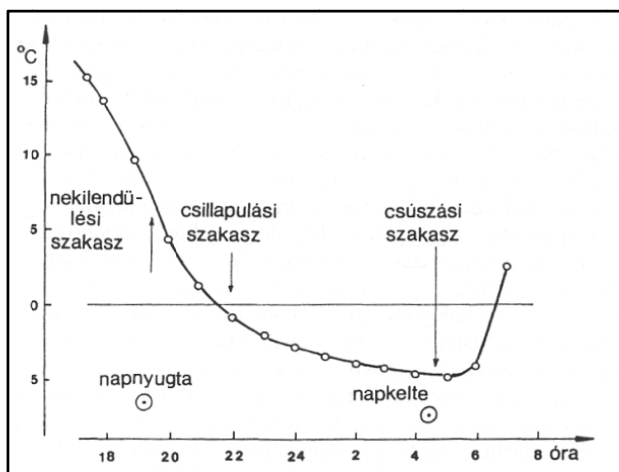
33. ábra. Debrecen lehetséges NUTS2-régiói a vizsgált időszakokra (HORVÁTH 2008 p.283)



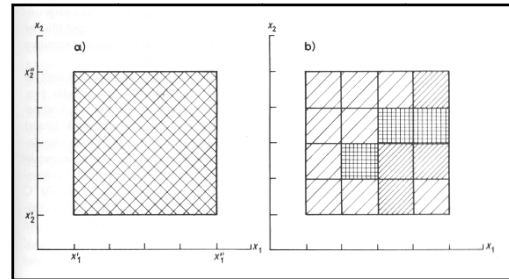
34. ábra. Analóg területek (HORVÁTH 2008 p.283)



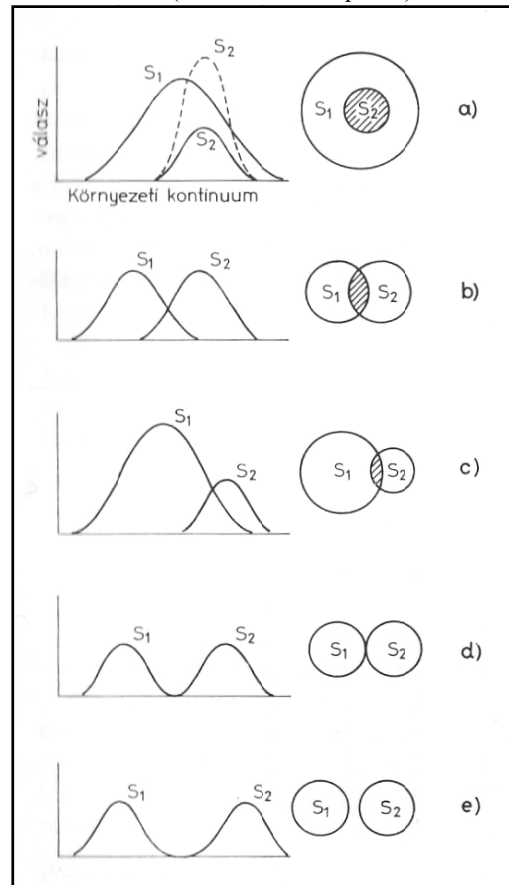
36. ábra. A Föld hőmérséklet-változása, CO₂-koncentráció és a vulkáni aktivitás 1860-tól (PÉCZELY 1979 p.210)



37. ábra. A hőmérséklet éjszakai menetének alaptípusa (SZÁSZ 1997a p.402)



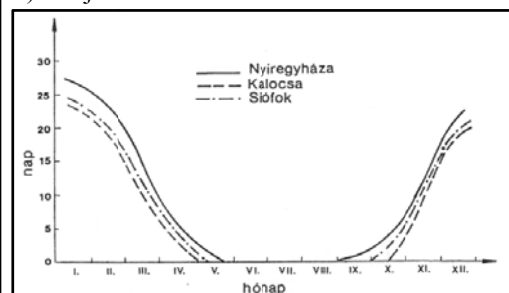
32. ábra. Példa kétdimenziós niche-ábrázolásokra (FEKETE 1981 p.275)



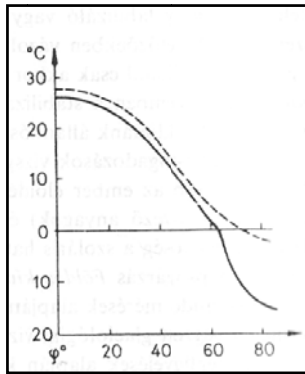
35. ábra. Két (S1 és S2) populáció lehetséges niche-relációi (PIANKA nyomán FEKETE 1981 p.276)

Magyarázat:

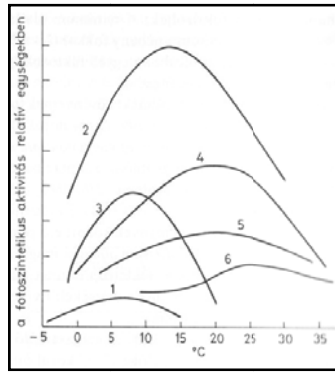
- a) bezárt niche
- b) azonos szélességű fedődő niche-ek
- c) különböző szélességű fedődő niche-ek
- d) érintkező niche-ek
- e) diszjunkt niche-ek



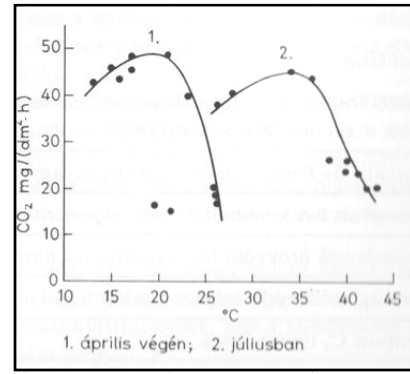
38. ábra. A fagyos napok számának havonkénti eloszlása (1901–1950) (SZÁSZ 1997a p.403)



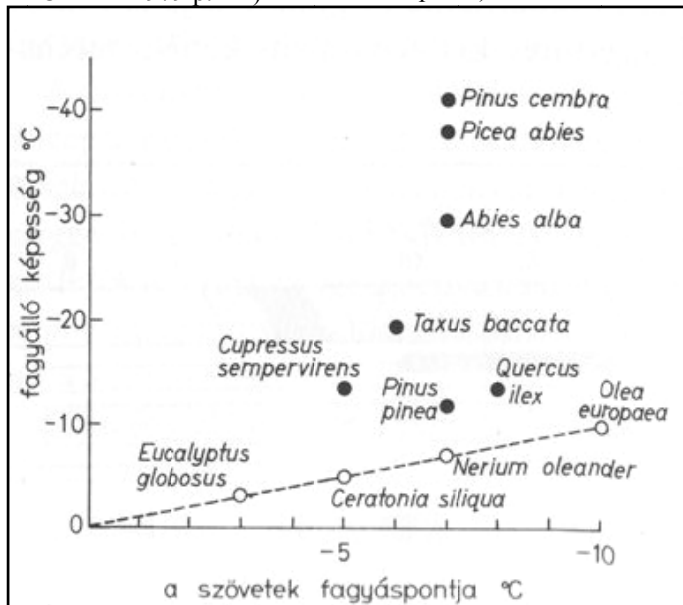
39. ábra. Az északi félgömb hőmérsékletének alakulása jelenleg (—) és a sarki jégtakaró elolvadása esetén (-----) (BUDIKO nyomán, PÉCZELY 1979 p.211)



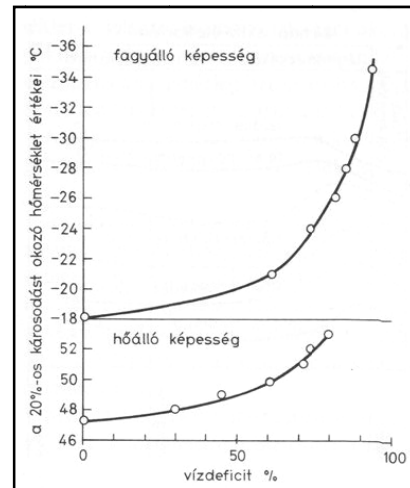
40. ábra. Különböző klímákban élő növények fotoszintetikus aktivitásának függése a hőmérséklettől (GORISINA nyomán, LÁNG 1981 p.303)



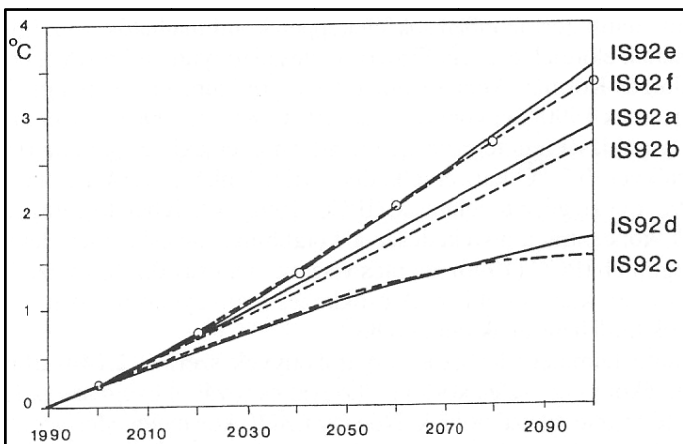
41. ábra. A fotoszintézis hőmérsékleti optimumának szezonális változása *Artemisia turanica* leveleiben (ZAKARJANC nyomán, LÁNG 1981 p.303)



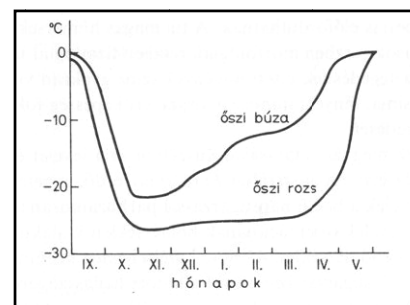
42. ábra. A fagyáspont és fagyűrő képesség összefüggése különböző fafajokban (LARCHER nyomán, LÁNG 1981 p.308)



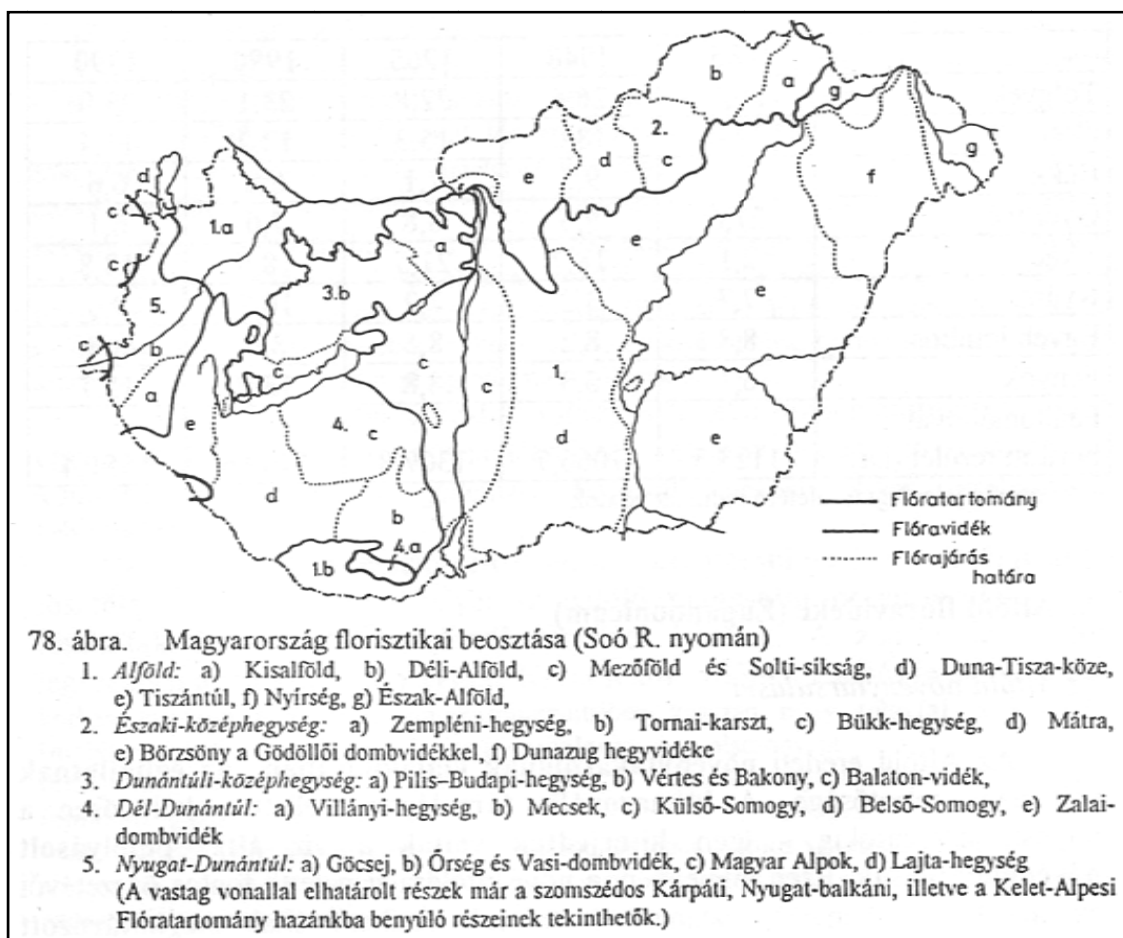
43. ábra. A vízvesztés hatása a *Polypodium vulgare* levelének fagy- és hőállóképességére (KAPPEN nyomán, LÁNG 1981 p.308)



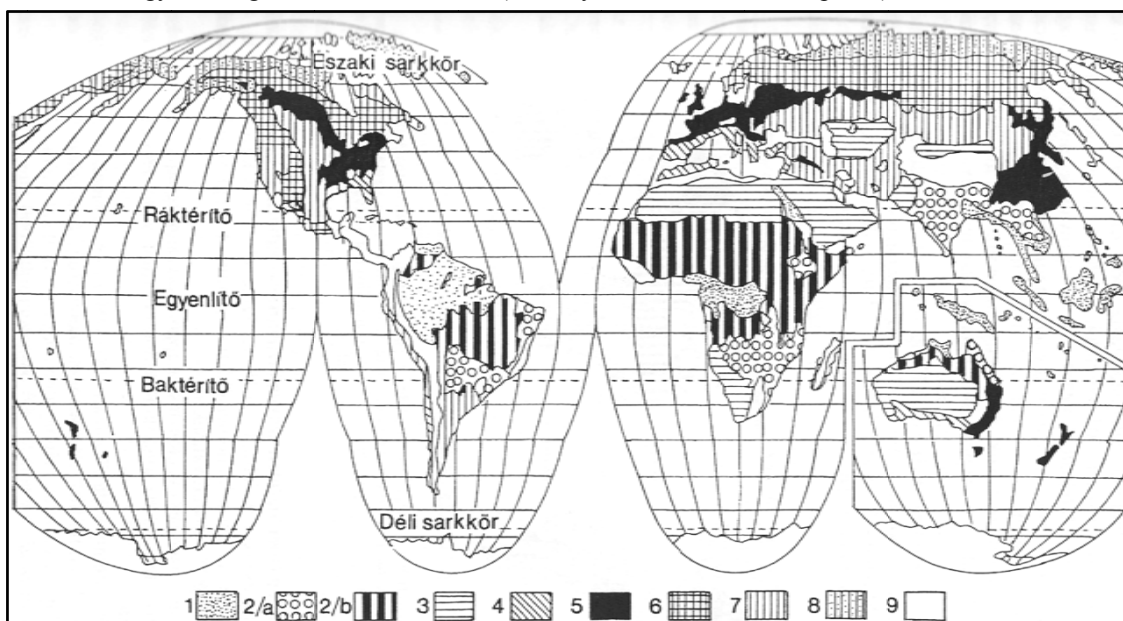
45. ábra. A globális éghajlatváltozás várható alakulása a különböző energiaszerkezeti tendenciák függvényében (IPCC 1992 nyomán, MIKA 1997 p.214)

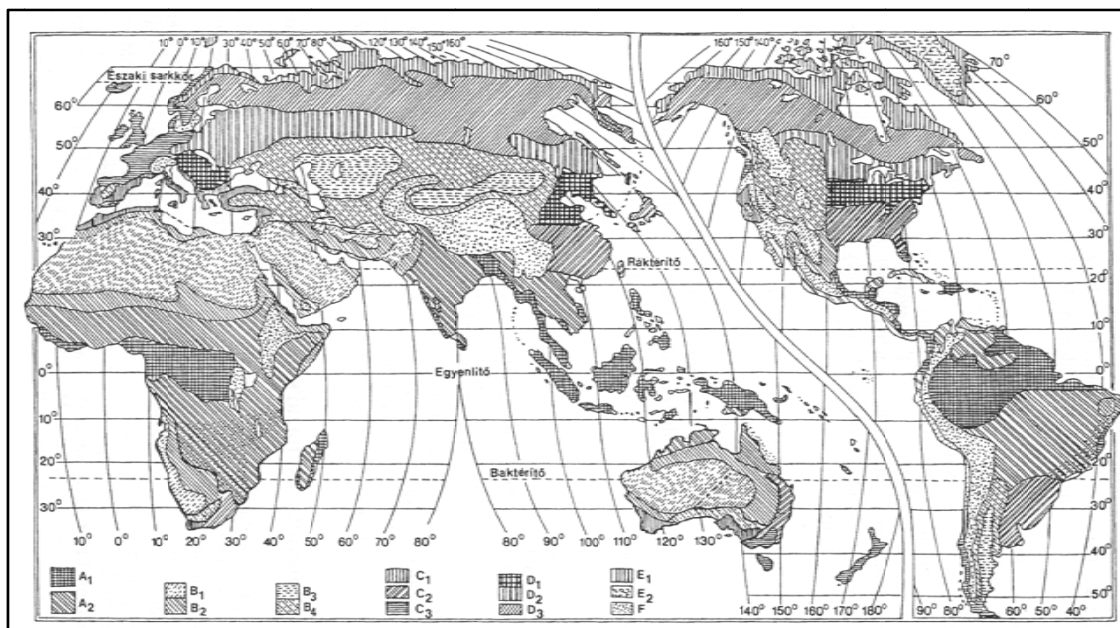


44. ábra. Az őszi búza és őszi rozs fagyűrővének alakulása a téli hónapokban (GUSTA—FONLER nyomán, LÁNG 1981 p.310)

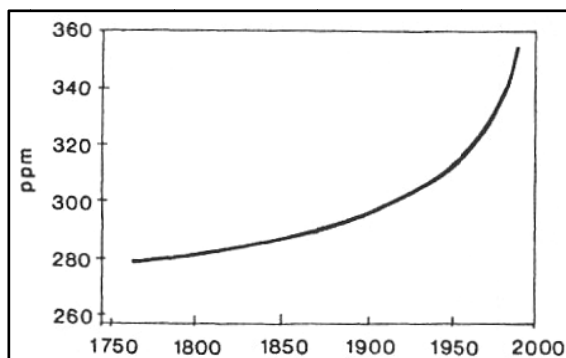


47. ábra. Magyarország florisztikai beosztása (SOÓ nyomán, ERDŐS 1996 p.169)

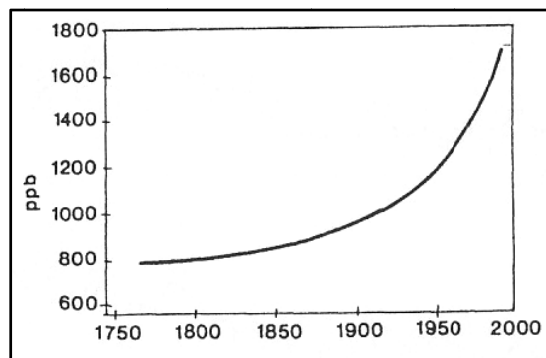




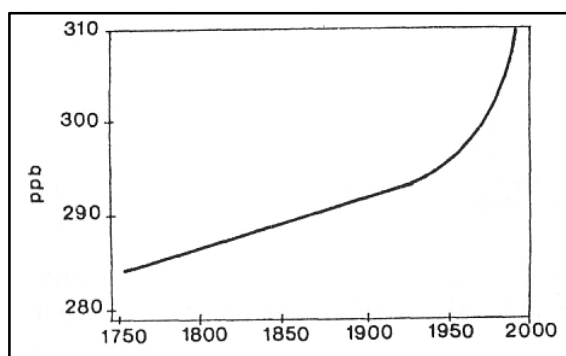
48. ábra. A Föld éghajlati felosztása Trewartha rendszere szerint (JUSTYÁK 1997a p.207)



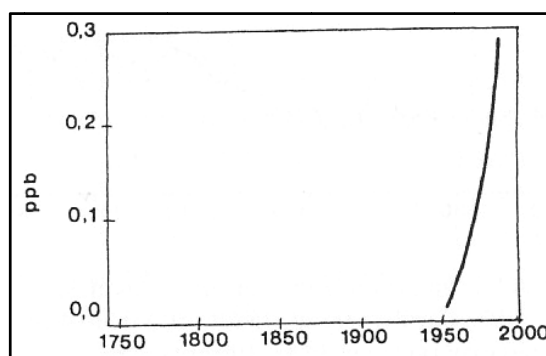
50. ábra. A szén-dioxid térfogati koncentrációjának alakulása földi átlagban az elmúlt néhány évszázad során (IPCC WG-I 1990 nyomán, MIKA 1997 p.211)



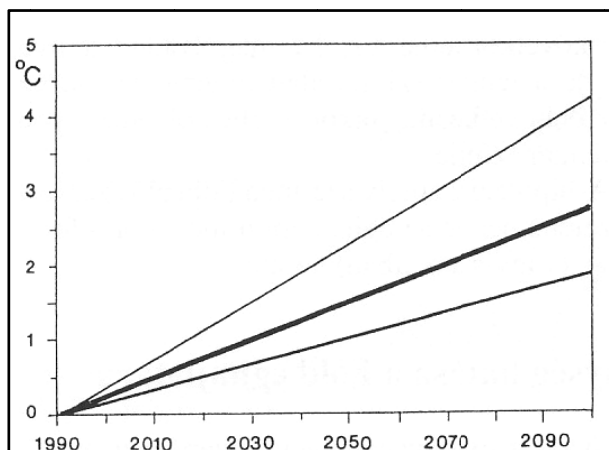
49. ábra. A metán térfogati koncentrációjának alakulása földi átlagban az elmúlt néhány évszázad során (IPCC WG-I 1990 nyomán, MIKA 1997 p.211)



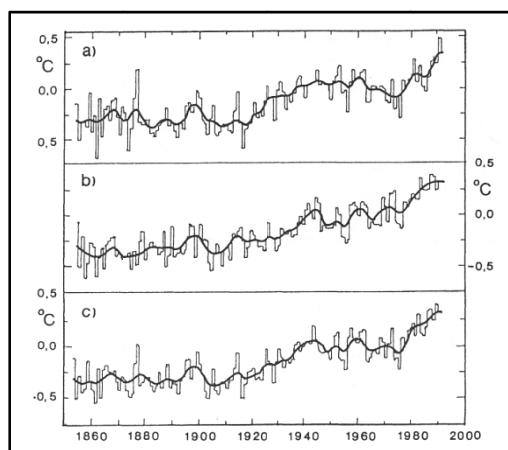
52. ábra. A dinitrogén-oxid térfogati koncentrációjának alakulása földi átlagban az elmúlt néhány évszázad során (IPCC WG-I 1990 nyomán, MIKA 1997 p.211)



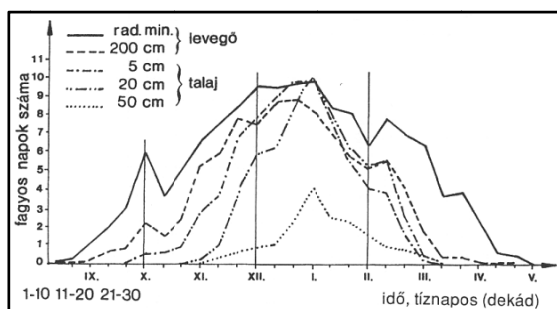
51. ábra. A freon-11 térfogati koncentrációjának alakulása földi átlagban az elmúlt néhány évszázad során (IPCC WG-I 1990 nyomán, MIKA 1997 p.211)



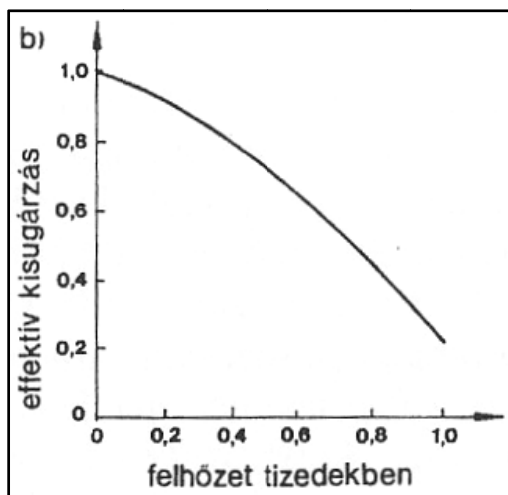
53. ábra. A globális éghajlatváltozás várható alakulása a jelenlegi energiaszerkezeti tendenciákat feltételezve (IPCC 1992 nyomán, MIKA 1997 p.214)



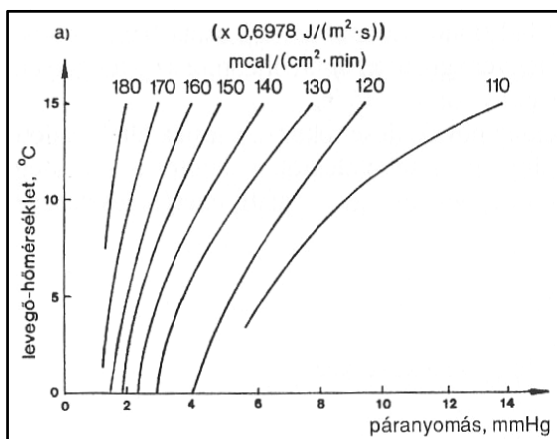
54. ábra. A felszín közeli léghőmérséklet alakulása az északi (a) és déli félgömb (b), illetve a Föld (c) átlagában az elmúlt 130 évben. A folyamatos vonal az évenkénti értékek tízéves simított átlagait mutatja (IPCC 1992 nyomán, MIKA 1997 p.212)



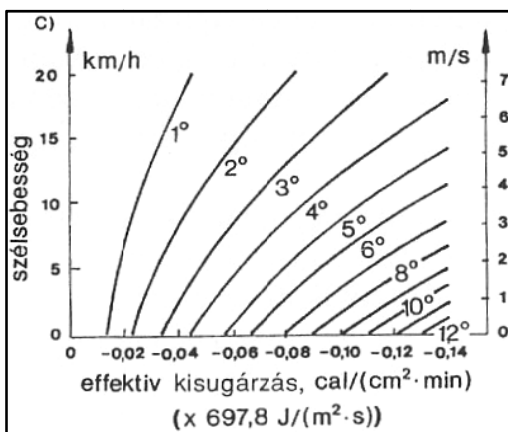
55. ábra. A fagyos napok száma különböző magasságokon mérve (SZÁSZ 1997a p.408)



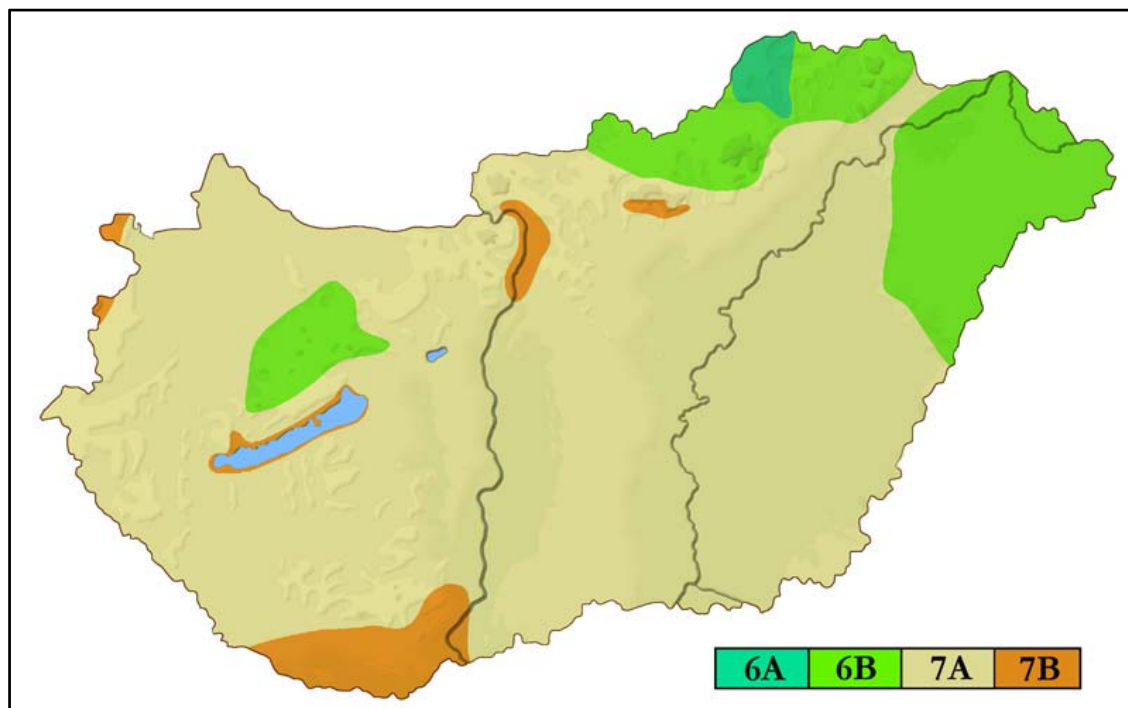
56. ábra. A felhőzet nagyságának hatása az effektív kisugárzásra (TÓKEI 1997a p.409)



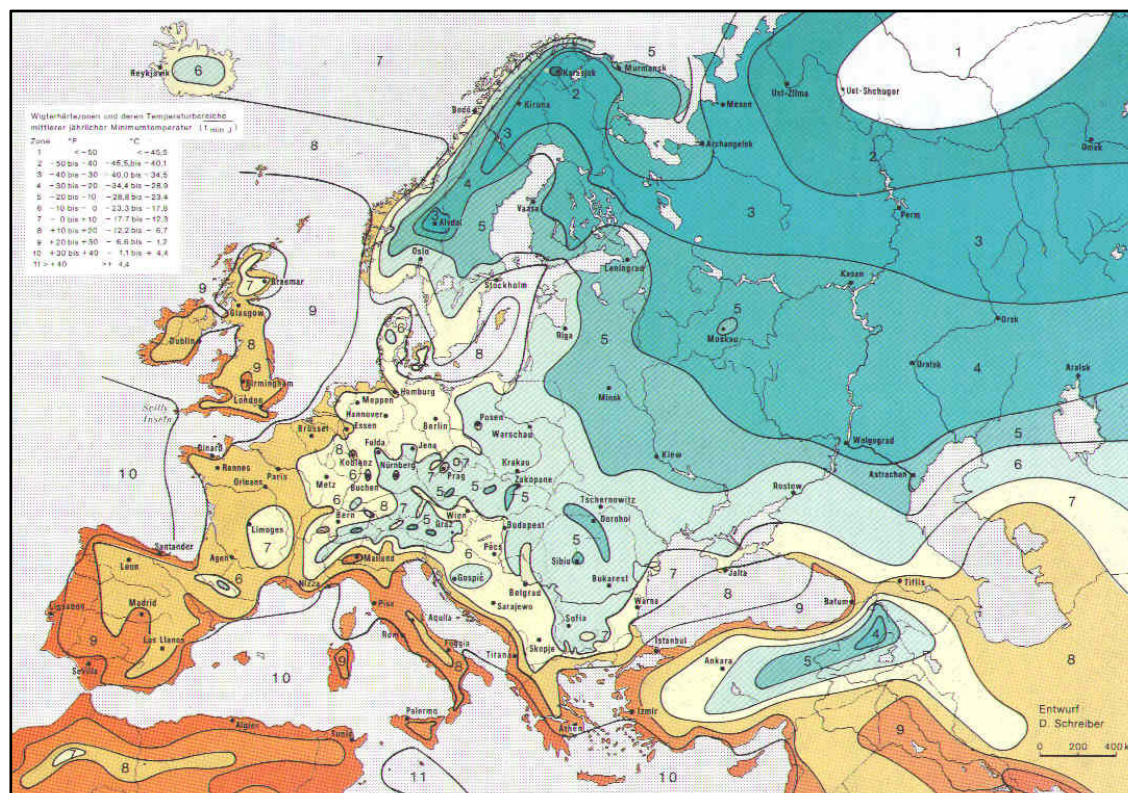
57. ábra. Az effektív nagysága derült égbolt esetén (TÓKEI 1997a p.409)



58. ábra. A különböző effektív kisugárzásnál és szélsébségnél bekövetkező hőmérsékletcsökkenés napnyugta és napkelte között (TÓKEI 1997a p.409)



59. ábra. Magyarország USDA-féle zónatérképe. Forrás: Huber Kálmán, demo.ews.hu/nkornel/zoldkiraly/skins/default/images/zona_nagy.jpg



60. ábra. Európa USDA-féle zónatérképe. Forrás: www.backyardgardener.com/images/usdaeuropa.jpg

