SZENT ISTVÁN EGYETEM

GOMBAFAJEGYÜTTESEK VIZSGÁLATA LEVEGŐBIOLÓGIAI MÓDSZEREKKEL

Doktori értekezés

Készítette:

Magyar Donát

Gödöllő

2005.

(A doktori iskola)

Dedicated to Prof. Cecil Terence Ingold

On the occasion of his 100th birthday

„Vizsgáljuk meg a tárgyat egy jó mikroszkóppal. Csodálatos dolgok tűnnek elő és ámulattal fogjuk mondani: ki nem látja, hogy az Isteni van ezekben a dolgokban? Hiszen ez mind az isteni bölcsesség műve!” (SWEDENBORG 1764)

JELÖLÉSEK, RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE ... 7
1. BEVEZETÉS ... 8
1.1 A levegőbiológia és a levegőmikológia fogalma, tárgya és irányzatai ... 8
1.2. A téma időszerűsége ... 8
1.2.1. A levegőmikológia gyakorlati jelentősége a közegészségügyben ... 8
1.2.2. A levegőmikológia gyakorlati jelentősége a növényvédelemben ... 9
1.3. Kitűzött célok ... 9
1.4. Megoldandó feladatok ... 10
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS ... 11
2.1. A levegőmikológia tudománytörténeti áttekintése ... 11
2.2. A levegőbiológia hazai története ... 16
2.3. A légköri pálya ... 17
2.3.1. Kiszóródás ... 17
2.3.1.1. Aktív kiszóródás (spóraszórás) típusai ... 17
2.3.1.2. A passzív kiszóródás (spóraszóródás) típusai ... 20
2.3.2. Szállítódás a széllel ... 22
2.3.2.1. A függőleges szállítódás ... 23
2.3.2.1. A vízszintes szállítódás ... 24
2.3.3. Szállítódás rovarokkal ... 27
2.3.4. Szállítódás vízzel ... 28
2.3.5. Lerakódás ... 29
2.3.5.1. Kiülepedés ... 29
2.3.5.2. A becsapódás ... 31
2.3.6. A visszaszóródás ... 33
2.4. A légkör gombafajegyüttese ... 34
2.4.1. Az időjárás hatása a légkör spóraösszetételére ... 35
2.4.2. A napszak hatása a légkör spóraösszetételére ... 36
2.4.3. Az évszak hatása a légkör spóraösszetételére ... 37
2.4.4. A földrajzi környezet hatása a légkör spóraösszetételére ... 37
2.4.5. Az ökológiai környezet hatása a légkör spóraösszetételére ... 39
2.4.6. A spóra, a gomba ill. a gazdanövény hatása a légkör spóraösszetételére ... 40
3. ANYAG ÉS MÓDSZER ... 44
3.1. Hirst-típusú levegőmintavevők ... 44
3.2. Andersen-típusú levegőmintavevő és a fuzáriumok izolálása ... 47
3.3. Mézminták ... 49
3.4. Fatörzsön lefolyó esővíz minták ... 50
3.5. A mikroszkópos vizsgálat eszközei ... 51
3.6. Adatelemzés ... 51
4. EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK ... 54
4.1. Gombaelemek vizsgálata a Hirst-féle levegőmintavevő készülékkel ... 54
4.2. A légköri gombaelemek és az időjárási tényezők összefüggései a Spearman-féle rangkorreláció alapján ... 54
4.3. Fusarium-fajok vizsgálata Andersen-féle levegőmintavevő készülékkel ... 75
4.4. A kanonikus korreszpondencia elemzés (CCOA) eredményei ... 77
4.5. A légkör spóraösszetételét befolyásoló időjárási tényezők ... 81
4.5.1. A légkör spóraösszetétele száraz időjárás esetén (AD) ... 81
4.5.2. A légkör spóraösszetétele párolgás esetén (AD*e*) ... 83
4.5.3. A légkör spóraösszetétele száraz bolygatás esetén (AD*d*) ... 84
4.5.3.1. A száraz légköri aggregátumok ... 87

4.5.4. A légkör spóraösszetétele nedves felmelegedés esetén (AD*b*) 89
4.5.5. A légkör spóraösszetétele nedves időjárás esetén (AW)..... 89
4.5.5.1. Az aszkospóra oktádok 91
4.5.5.2. A nedves légköri aggregátumok..... 93
4.5.6. A légkör spóraösszetétele cseppfelverődés esetén (AW*s*) 94
4.5.6.1. A sodródó vízcseppek..... 95
4.7 A légkör fajgazdagsága..... 97
4.8 A levegőben ritka gombafajok előfordulása a méz- és esővízmintákban..... 99
4.8.1. A levegőben ritka gombafajok kapcsolata a légkörrel 102
4.9. A gombaelemek szárazföldi terjedése során kialakuló mikobiótákat leíró összefoglaló elmélet 107
4.10. A dolgozatban szereplő új tudományos eredmények felsorolása..... 109
4.11. Következtetések és javaslatok 109
5. ÖSSZEFOGLALÁS..... 110
5. SUMMARY 112
6. MELLÉKLETEK..... 114
IRODALOMJEGYZÉK..... 115
TÁBLÁZATOK..... 144
ÁBRÁK..... 165

JELÖLÉSEK, RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

AD: a légkör spóraösszetétele száraz időjárás esetén

AD*e*: a légkör spóraösszetétele párolgás esetén

AD*b*: a légkör spóraösszetétele nedves felmelegedés esetén

AD*d*: a légkör spóraösszetétele száraz bolygatás esetén

AW: a légkör spóraösszetétele nedves időjárás esetén

AW*s*: a légkör spóraösszetétele cseppfelverődés esetén

CCOA: kanonikus korrespondencia elemzés

CFU: telepképző egység („Colony Forming Unit”)

LDD: nagy távolságú terjedés („Long Distance Dispersal”)

Pd-1: csapadékösszeg a megfigyelést megelőző napon

Pd-2: csapadékösszeg a megfigyelést megelőző második napon

Pd-3: csapadékösszeg a megfigyelést megelőző harmadik napon

Pd-4: csapadékösszeg a megfigyelést megelőző negyedik napon

RH: relatív páratartalom

RHd-4: páratartalom a megfigyelést megelőző negyedik napon

Sd-4: napsütéses órák száma a megfigyelést megelőző negyedik napon

Tk: közepes napi hőmérséklet,

Tmax: legmagasabb napi hőmérséklet,

Tmin: legalacsonyabb napi hőmérséklet,

A gombaspórák Saccardo-féle alaktani csoportjait (SACCARDO 1884) az 1. táblázatban (2. sz. melléklet) mutatom be.

1. BEVEZETÉS

1.1 A levegőbiológia és a levegőmikológia fogalma, tárgya és irányzatai

A légkör szilárd összetevőinek mintegy egynegyedét biológiai eredetű anyagok alkotják, melyeknek jelentős része gombáktól származik (MATTHIAS-MASER et al. 2000). A levegőbiológia, (aerobiológia) a légkörben található vírusok, baktériumok, gombák, virágporok, magok, és élőlények által termelt kémiai anyagok vizsgálatával foglalkozó tudományág. Egyik leggyakrabban kutatott területe a levegőmikológia (aeromikológia), melynek főbb vizsgálati köre a levegőben található gomba eredetű részecskék, az ún. gombaelemek (spórák, konídiumok, micéliumdarabok) azonosítása, eredetük megállapítása, mennyiségük mérése, térbeni és időbeni (éves, napszakos) eloszlásuk vizsgálata, ökológiai tulajdonságaik jellemzése, és más (nem biológiai eredetű) légköri elemekkel való kölcsönhatásaik elemzése. A levegőmikológia több tudományterület, a mikológia, az allergológia, a palinológia, a járványtan, az aerodinamika és a meteorológia metszéspontjában foglalja el helyét. A levegőminták értékelésével nagy mennyiségű ökológiai és mikológiai ismerethez juthatunk a mikroszkopikus élővilág elterjedéséről és változásáról. A légkör és biológiai eredetű részecskéinek (bioaeroszolnak) vizsgálata mind növényvédelmi, mind közegészségügyi szempontból napjaink egyik legfontosabb környezetvédelmi kérdése.

1.2. A téma időszerűsége

1.2.1. A levegőmikológia gyakorlati jelentősége a közegészségügyben

A gombák jelentős része (pl. *Alternaria-*, *Botrytis-*, *Fusarium*-fajok) asztmás tüneteket, mikózisokat és mikotoxikózisokat is okoz. A légkörben található gombák közegészségügyi hatással is bírnak, s bár nem szerepelnek a leggyakoribb allergének között, mégis jelentőségük egyre nő, elsősorban a perenniális és poliallergiás betegségek területén. A gombák okozta allergia elterjedésére egyenlőre még kevés adat van, de a közép-európai országokban az asztmás népesség 15-25 %-a egyben valamilyen gomba által termelt allergénre is érzékeny (WILKEN-JENSEN és GRAVESEN 1984). Bizonyos gombák (pl. *Cladosporium*-fajok) több mint 30 különböző allergént tartalmaznak (WILKEN-JENSEN és GRAVESEN 1984). Az *Alternaria*-konídiumok belélegzése asztmás jellegű, súlyos allergiát okozhat, az erre a nemzetségre érzékeny betegek száma hazánkban megtízszereződött az utóbbi években (OSVÁTH et al. 1996). A *Cladosporium*-konídiumok légköri koncentrációja is szignifikáns növekedést mutatott az elmúlt közel tíz év során (ERDEI et al. 2001). A Kárpát-

medence földrajzi adottságai révén légkörünkben nagy mennyiségű spóra dúsulhat fel, mely hosszú ideig a levegőben maradhat, mivel a tengeri légtömegek frissítő, és a nagy vízfelszínek tisztító hatása itt kevésbé érvényesül (WILKEN-JENSEN és GRAVESEN 1984). A külsőtéri légköri allergének két fő csoportját adó pollenszemek és gombaelemek kutatása nincs egyensúlyban, jelenleg a levegőbiológiai szakirodalom túlnyomórészt a virágporok vizsgálatára össszpontosít. A levegőbiológia ökológiai szemléletét az egészségügy felé is közvetíteni kell, hiszen a levegőben nem egyetlen faj, hanem több száz allergén részecske keveréke van jelen. Ilyen esetben számolni kell azzal, hogy a légköri gombafajegyüttes és egyéb részecskék hatása összeadódik. Ez egy olyan egészségügyi kockázati tényező, melynek vizsgálata széles fajspektrumon folytatott és több tudományterületet érintő kutatást kíván.

1.2.2. A levegőmikológia gyakorlati jelentősége a növényvédelemben

A legtöbb gombafaj spórát juttat a levegőbe, melynek fizikai folyamatai biztosítják számára a terjedést. A gombafajok légköri spórakoncentráció-változását kiváltó tényezőket elsősorban a növényvédelmi előrejelzés szempontjából fontos megismerni. A levegőmikológia értékes szerepet tölthetne be a növényvédelmi előrejelzésben, hiszen a fertőzés kialakulásának egyik elengedhetetlen feltétele a fertőző anyag jelenléte. CRAIGIE 1945-ben megjelent munkájában beszámolt egy több éves kísérletsorozatról, melyben több spóracsapda összehangolt működtetésével és a légminták értékelésével a rozsdagombaspórák megjelenését egy-két héttel a tünetek kialakulása előtt jelezte. Olaszországi kísérletek során a levegőbiológiai módszerekkel kiegészített előrejelzési rendszerrel a paradicsom vegyszeres növényvédelmének költsége 50-80 %-al csökkenthető volt (BUGIANI et al. 1995). A légköri „spóra” előrejelzés két héttel (BUGIANI et al. 1995, SHENOI és RAMALINGAM 1979), vagy akár 18-20 nappal (TILAK és PANDE 2005) a fertőzés megjelenése előtt figyelmeztethet a fertőzés veszélyére. Hazánk légterét egy Olaszország hosszában átívelő légköri pálya metszi, mely térség fertőzési útvonalként fontos szerepet tölthet be a járványok kialakukásában (PEYROT 1962).

1.3. Kitűzött célok

A kutatómunka céljainak megfogalmazásakor a levegőben található gombafajegyüttes *ökológiai szemléletű* vizsgálatára törekedtem. Munkatervemben az alábbi célokat tűztem ki:

1. A külső légtér szabad gombaspóra típusainak faj ill. nemzetség szintű azonosítása egy szőlőültetvény felett, a szőlő virágzásának időszakában.

2. Az időjárás és az egyes spóratípusok légköri koncentrációja közötti összefüggések feltárása.
3. A levegő gombafajegyüttesének elemzése többváltozós statisztikai módszer segítségével.
4. A *Fusarium*-fajok terjedésének vizsgálata tenyésztéses levegőmikológiai módszerrel.
5. A légkörben és más módon (rovarok és esővíz közvetítésével) terjedő gombaelemek előfordulása közötti hasonlóságok és különbségek kimutatása és értékelése.

A H_0 hipotézis szerint az adatgyűjtés és az adatok elemzésének eredményeképpen az várható, hogy a légkör gombafajegyüttesének száraz és nedves változatai további alcsoportokra tagolódnak. A rovarok és az esővíz által szállított spóratípusok összetétele utal a vegetációra, e spóratípusok azonban ritkán jutnak a levegőbe.

1.4. Megoldandó feladatok

1. A gombafajegyüttesek ökológiai szemléletű vizsgálatához nagyobb adatállomány felállítása és nagyszámú faj meghatározása szükséges. A mintákból a gyakori fajokon túl nem hagyhatók figyelmen kívül a ritka vagy kevésbé szembetűnő fajok sem.
2. Meg kell állapítani az egyes spóratípusok egy légköbméterre vonatkozó koncentrációját. A koncentrációdinamikát befolyásoló tényezők feltárása statisztikai vizsgálatokkal végezhető el, melyekhez a környezeti változók mérési adatai is szükségesek. Jelenleg 15-20 gyakori gombafajról rendelkezünk biometeorológiai vizsgálati eredményekkel, vagyis a gombák túlnyomó részénél a terjedés meteorológiai háttere nem tisztázott. Sok gombafaj esetében még a terjedés módja sem ismert: a spórákat légáramlatok, víz vagy rovarok közvetítik? Az erre a fontos ökológiai kérdésre adott válaszokban többnyire eseti megfigyelésekre támaszkodhatunk.
3. A rovarok által terjesztett spórák vizsgálatára kézenfekvő megoldásnak kínálkozik a méz elemzése, ez azonban érdekes módon szinte ismeretlen terület, szemben a méz virágportartalmának vizsgálatával (melissopalinologia), amely már világszerte a szabványműveleti leírás szerint végzendő mézminősítés alapja.
4. A levegő fajgazdagságát a cönológiából átvett biodiverzitási mutatók kiszámításával áll szándékomban kifejezni.
5. Az Andersen-féle levegőmintavevő készülék hazánkban még nem került alkalmazásra, ezért szándékomban állt magyarországi méréseket is folytatni vele. Ennek során a *Fusarium*-nemzetség részletesebb vizsgálatára kívántam kitérni. A fenti levegőmintavevő készülék átalakításával a fuzáriumok szabadföldi körülmények között is vizsgálhatók.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A levegőmikológia tudománytörténeti áttekintése

A gombaspórák szerepét és a légköri terjedés lehetőségét PIER ANTONIO MICHELI (1679-1737) vetette fel elsőként, dinnyeszelet-tenyészeteire oltott gombák tanulmányozása során (COMTOIS 1997). BOLTON 1790-ben, a nagy mennyiségben kiszóródott *Boletus*-spórákkal kapcsolatban arra a korát messze megelőző feltételezésre jutott, hogy belélegzésük „gyulladást, köhögést és egyéb kellemetlen tüneteket" okozhat (GREGORY 1961). A SPALLANZANI (1776) kísérleteire felfigyelő LOUIS PASTEUR készítette el az első spóracsapdát: a levegőt lőgyapotból készített szűrőn pumpálta át, melyet alkohol és éter keverékében feloldott, majd az üledéket mikroszkóppal vizsgálta. Később ő alkalmazott először tápoldatos levegőmintavételt: leforrasztott nyakú palackjai segítségével Párizs utcáin, egy csillagvizsgáló pincéjében, padlásokon és sok más helyen levegőmintákat gyűjtött. Mikor 1860 augusztusában kirobbant a PASTEUR-POUCHET vita az ősnemzés tana körül, PASTEUR, a kísérletes bizonyítások híve a Mount Blanc vidékére utazott. „Azzal, hogy az emberi lakóhelyektől távol, növényzet nélküli nagy magasságokban vizsgálom meg a levegőt, le akarom zárni az úgynevezett ősnemzéssel foglalkozó művemet…" írta egyik levelében barátjának, CHAPPUIS-nak. A tudománytörténet egyik legnagyobb fordulópontjaként emlegetett kísérletsorozat eredményeként született meg az a tanulmány, amely a különböző tájak, különféle légrétegeinek mikroorganizmusokkal való telítettségéről szól (Mémoire sur les corpuscules organisés exsistent dans l'atmosphére), s melynek lényegét PASTEUR a Francia Tudományos Akadémia részére tett beszámolójában így foglalta össze: „nyugodtan állíthatom: a légben lebegő por az alapvető oka, első és nélkülözhetetlen feltétele annak, hogy szerves kivonatokban élet jelenjék meg" (az idézetek PASTEUR életrajzából valók, JANOVSZKAJA 1963). Az első levegőmikológiai kutatásoknak helyt adó intézetet, az Observatoire Montsouris-t 1871-ben alapították meg egy párizsi palotában, melyet a mezőgazdasági és meteorológiai kutatások céljából hoztak létre. A kormány PIERRE MIQUELT bízta meg a légkörben található „*Mucedineae*" (penészek) és baktériumok vizsgálatával. Kutatásai során világszerte levegőmintákat gyűjtött táptalajos, volumetrikus és óraszerkezettel működtetett csapdákkal. A spórakoncentráció napszakos ingadozása és az időjárás szerepének felismerése az ő nevéhez fűződik (MIQUEL 1883). A tudományos érdeklődés ebben az időben főként a fertőző betegségek légköri terjedésére irányult. CUNNINGHAM (1873) a calcuttai kolerajárvány idején a kórokozókat keresve egy széllapáttal ellátott cső végében rögzített ragadós tárgylemez (aeroconiscop) segítségével vizsgálta a börtönök levegőjét. Eredményeit

színes táblaképeken tette közzé (1a. ábra), melyeken számos gomba spórája ma is jól azonosítható. Megfigyelései között szerepel, hogy az esőzések során a légköri por csökkenő mennyisége ellenére egyes gombaspórák száma emelkedett. Mivel e légköri részecskék előfordulása a járványos megbetegedésekkel nem mutatott összefüggést, a levegőbiológiai kutatások iránti érdeklődés a következő közel száz év során jelentősen alábbhagyott, és néhány eseti megfigyelés kivételével nagyon kevés munka jelent meg. Ebben a terméketlen időszakban feledésbe merültek PASTEUR és MIQUEL fejlett mintavételi módszerei, és a szórványosan előforduló vizsgálatokban főként a megbízhatatlan eredményt adó gravitációs ülepítésre tértek vissza (DURHAM 1944). A nagy távolságú spóraszállítódás egyik első bizonyítékát DARWIN szolgáltatta. A Zöldfoki-szigetek közelében hajózó Beagle fedélzetére „láthatatlanul finom por…olyan tömegben hullott, hogy…az okozott sötétség miatt a hajók zátonyra jutottak" (DARWIN 1951, 1b. ábra, 3. sz. melléklet). Időközben egy manchesteri belgyógyász orvos, CHARLES H. BLACKLEY (1873) felfedezte a *Penicillium* és *Chaetomium* spórák allergén tulajdonságát. Saját magán végzett kellemetlen kimenetelű kísérletei alapján írta le a gombák által okozott *„Catarrhus aestivus"* (szénanátha) tüneteit. Nevéhez fűződik az első magas légköri mintavétel is: e kísérlet során papírsárkány segítségével (BENJAMIN FRANKLIN módszerét követve) bocsátotta fel spóracsapdáját (COMTOIS 1995).

A levegő biológiai eredetű elemeinek kutatása hosszú időszakon át több, egymástól elszigetelt tudományterületeken folyt. A fizika nézőpontjából TYNDALL (1881) vizsgálta először az áteső fénysugárban csillámló (vagyis a szem felbontóképességénél nagyobb) részecskék lebegő mozgását (az ún. Tyndall-jelenséget). A légkörfizika egy későbbi követőjének nevéhez főződik a Cascade impaktor levegőmintavevő készülék kifejlesztése (MAY 1945), melyet köd és por vizsgálatára alkalmaztak. Jóval később ebből az eszközből alakultak ki a máig legszélesebb körben használt spóracsapdák: a tenyésztéses rendszerű Andersen-féle mintavevő és a ragadós tárgylemezt működtető Hirst-típusú csapda. A Hirst-típusú csapda volt MIQUEL óta az első hitelt érdemlő vizsgálatokra alkalmas légütköztetéses spóracsapda, melynek használatával lehetőség nyílt részletes, kvantitatív kutatómunkára. E készülékkel végzett vizsgálatai alapján írta le HIRST a ma már klasszikusnak számító dolgozatában a száraz és nedves időjárás légköri spóraösszetételét (HIRST 1953).

Az „aerobiológia" szót 1938-ban használta először FRED C. MEIER, a magaslégköri vizsgálatainak jellemzésére. E munkája azonban soha nem jelent meg, ugyanis MEIER egyik kutatóútja során repülőgépével a Csendes-óceánba zuhant. Az aerobiológia önálló tudományágként való besorolása nem váratott sokat magára, formális megalapítására az 1942-es „American Association of Advancement of Science" c. szimpóziumon került sor, ezzel együtt a levegő biológiai vizsgálatával foglalkozó 37 közleményt is bemutáttak. HIRST

munkatársa, GREGORY 1961-ben megjelent könyvében összefoglalta a légkör biológiai eredetű komponenseiről összegyűjtött ismereteket. Napjainkig GREGORY és HIRST személye körül kialakult rothamsted-i tudományos műhelyből származnak a növényvédelmi levegőmikológia legnagyszerűbb eredményei (LACEY et al. 1997). A levegőmikológia második aranykora az 1950- és 60-as években kezdődött, melynek oka egyrészt a Hirst-típusú spóracsapda széleskörű elterjedése, másrészt az Észak-Amerikát átszelő rozsdagomba járvány lehetett, melynek hatására több neves növénypatológus figyelme ismét a levegőmikológiában rejlő lehetőségek felé fordult. Ezekben a múlt század közepén kiadott munkákban még naplószerűen közölték a spórakoncentráció és az időjárás változása közötti egybeesésekre vonatkozó megfigyeléseket. E kutatások kiemelkedő alakjai között szerepel MEREDITH (1962), SREERAMULU (1959), valamint KRAMER és PADY,– mely utóbbi szerzőpáros a „Kansas Aeromycology" című cikksorozatban számos gombaspóra biometeorológiai összefüggésére hívta fel a figyelmet (KRAMER és PADY 1960a,b, KRAMER et al. 1959a,b,c, 1960, 1964, 1968, PADY és KRAMER 1960a,b,c). A napló jellegű eredmények összehasonlítására nem volt mód, csak miután valódi kvantitatív alapokra helyezték a kiértékelést, és az adatokat a matematikai statisztika módszereivel vizsgálták meg (HAMMET és MANNERS 1971). 1964-ben a NASA szervezésében újabb konferenciára került sor, melyen felvetődött az igény az új tudományág hiányos ismeretanyagának bővítésére. Ezt követően az 1967-es Általános Mikrobiológiai Szimpózium (17 th Symposium of the Society of General Microbiology) témájának szintén a levegőbiológiát választották (GREGORY és MONTEITH 1967). A nemzetközi együttműködést igénylő kutatásoknak az „International Biological Program" (IBC) keretein belül működő „Aerobiology Program" biztosított hátteret 1968 és 1974 között. Ebben az időszakban katonai célú aerobiológiai kutatások is folytak a Fort Detrick (Maryland, USA), a Naval Biological Laboratory (Oakland, USA), a Defense Research Establishment (Alberta, Kanada) és a Microbiology Research Establishment (Porton Down, Egyesült Királyság) laboratóriumaiban (EDMONDS 1979).

A levegőbiológia harmadik virágkorát korunk népbetegségének, az allergiának köszönheti. BLACKLEY *„Catarrhus aestivus"*-a óta nem sok figyelmet szenteltek az orvosok a sokszor csupán enyhe formában jelentkező tüneteknek, egészen a múlt század utolsó évtizedéig. Bár a második világháború idején, az óvóhelyeken és pincékben összegyűlt emberek között a könnyező házigomba (*Serpula lacrymans*) magas spórakoncentrációja ($3{,}6\times10^5$ db/m^3) tömeges allergiás megbetegedéseket okozott (LACEY 1996), csak az 1980-as évekre tették lehetővé az orvostudomány vívmányai (továbbá a környezeti ártalmak felismerése és bizonyos társadalmi folyamatok), hogy az orvosi-közegészségügyi levegőbiológia egyre nagyobb teret nyerjen. A sorra kiépülő, jól szervezett levegőbiológiai

hálózatok mérései gyakorlati szinten zajlottak, és már naponta szolgáltattak adatokat. Az ún. „pollenjelentésekben” csupán kevés gombaspóra kapott helyet, melyek között leggyakrabban az *Alternaria*, *Cladosporium* és az *Epicoccum* nemzetség koncentrációját tüntették fel. A közvetlen, gyakorlati alkalmazás következtében több éve ill. évtizede gyűjtött adatsorok halmozódtak föl. Az IBC program befejeztével az első nemzetközi ökológiai konferencián („1st International Congress of Ecology”, 1974) megalakult a Nemzetközi Aerobiológiai Társaság („International Association for Aerobiology”, IAA), mely a mai napig a tudományág fő képviseleti szerveként működik. Az ezt követő 3. Nemzetközi Aerobiológiai konferencián (1986) megalakult az European Aeroallergen Network (EAN, székhelye 1987-óta Bécs), melynek adatbázisában (EANS) valamennyi európai tagország pollenjelentését rögzítik (RECIO 1999). A rendelkezésre álló kiterjedt adatsorok elemzése, valamint a számítástechnika fejlődése napjainkra lehetővé tette az előrejelzési modellek felállítását, azonban beigazolódni látszik, hogy az egyenlet nem pótolja, csupán kiegészíti a műszeres mérést és a további folyamatos megfigyelést. A helyi előrejelzési modellek kidolgozásának szükségességére ROTEM (1994) is felhívta a figyelmet, mivel a klimatikus viszonyokból eredően a spórák légköri koncentrációdinamikája földrajzilag többé-kevésbé eltér. A növényvédelemi előrejelzés területén CHARLES MAIN által létrehozott hálózat hozható fel kiemelkedő példaként, melyben állomások rendszere kíséri a *Peronospora tabacina* terjedését az Egyesült Államokban és a Karib-térség területén (DAVIS és MAIN 1984), melyről már az Interneten (http://www.ces.ncsu.edu/depts/pp/bluemold/) is tájékozódhatnak a gazdálkodók.

A levegőbiológia történetének utóbbi évtizedeiben megnyílt a lehetőség arra, hogy a különálló szakterületek képviselői, a légkörfizikusok, az allergológusok és a növénypatológusok megismerhessék egymás eredményeit, ezért a jövőben a fejlődés egy új szakasza bontakozhat ki, elsősorban azokon a kutatási irányvonalakon, melyeket leginkább a „molekuláris levegőmikológia” és a „levegőökológia” nevekkel illethetnénk.

A **molekuláris biológiai módszereket** a levegőbiológiában elsőként baktériumok kimutatására használták. WAKEFIELD (1996) tíz levegőmintából sikeresen tisztított ki *Pneumocystis* DNS-t. HAUGLAND és mtsai (1999) real time-PCR segítségével kimutatták a *Stachybotrys chartarum* gomba koncentrációját öt levegőmintában. E kutatást VESPER és mtsai (2000) esettanulmánya követte, melynek során egy beteg lakásának levegőjéből sikerült azonosítani a fenti gombát. A rothamstedi kutatók nested-PCR módszerrel már 10 darab *Penicillium roqueforti* konídiumot is kimutattak kis szennyezettségű levegőmintákból. Több gombafajt tartalmazó levegőmintákban a módszer nem működött megbízhatóan. A szerzők megállapították, hogy a PCR módszer levegőbiológiai alkalmazhatóságát nehezíti a légkör igen nagy fajgazdagsága és a szerves szennyeződések jelenléte (WILLIAMS et al. 2001). A

légkörben található gombaelemek immunológiai módszerekkel (ELISA, fluorescens ellenanyag módszer) történő azonosítására is történtek kísérletek (KENNEDY et al. 1999, 2000). A fenti PCR-es és immunológiai módszerek látszólag zsákutcába jutottak, ill. nem terjedtek el a várt mértékben, mivel a korlátozottan használható, elnyeletéses rendszerű (un. impinger) spóracsapdák (Microtitler és Cyclone mintavevő) alkalmazását követelték meg, melyek hatékonysága megkérdőjelezhető (LARSON et al. 2001). A megoldást a széles körben használt légütköztetéses rendszerű, Melinex-szalagos mintavevők (Hirst-féle és Rotorod csapdák) továbbfejlesztésében kell keresni. Jelenleg a molekuláris levegőbiológiával foglalkozó szakemberek ennek az új módszernek a kidolgozásán fáradoznak. Megemlítendő az ausztráliában kifejlesztett immunológiai módszer (HALOGEN-assay), melynek során a Hirst-típusú csapda szalagján megtapadt részecskék között színreakciót ad a vizsgált gombaelem (RAZMOVSKI et al. 2000). CALDERÓN és mtsai (2002a, b) a Melinex-szalagon rögzült *Leptosphaeria maculans*, *Penicillium roqueforti* és *Pyrenopeziza brassicae* spórák PCR-es vizsgálatával ígéretes eredményekhez jutottak. A szerzők a szalagok 24-mm-es (vagyis 12 órás) darabokra vágásával napszakos eredményekre vonatkozó következtetésekre is jutottak.

Az **ökológiai szemléletű levegőmikológia** kialakulása igen hosszan tartó folyamat eredménye volt, melynek áttekintéséhez vissza kell kanyarodnunk a XIX. század végére. Ebben az időben annyira felszaporodott a mikológiai vizsgálatok száma, hogy a leírt fajok már áttekinthetetlen tömeget képeztek. „SACCARDO (1884) munkája segített a nehézségeken: rendszerét a spórák és konídiumok morfológiájának következetes, logikailag jól felépített használata jellemezte. Igaz, sok esetben az ő rendszere alapján sem lehetett a spórákat a termőtest vagy a gazdanövény ismerete nélkül meghatározni, de jelentőségét legjobban az a lendületes fejlődés mutatja, ami a mikológiai ismeretek terén ezidőtájt bekövetkezett” (idézet TÓTH SÁNDOR kiadatlan kéziratából). Az új rendszerek sem tették feleslegessé a SACCARDO-féle besorolásokat, hiszen a megjelenő részlet-monográfiák is gyakran ezeket a megnevezéseket alkalmazták, valamint ezen a nyomon indulhatott el a spórák morfológiai meghatározására alapozó levegőmikológia. A gombaspóra-kibocsátás típusait, körülményeit és feltételeit BULLER hétkötetes munkájában osztályozta (BULLER 1909). Az általa teremtett szemléletmód követőinek tekinthető INGOLD és WEBSTER, az ő munkásságuk nagy lendületet adott a levegőmikológia önálló tudományággá fejlődéséhez. INGOLD 1971-ben megjelent átfogó műve a spórák terjedési módjait rendszerezte. A szerző megállapítása szerint a spórák legtöbbször levegő és víz, ritkábban állatok közvetítésével terjednek, valamint a szél, az eső és a bolygatás révén jutnak a légkörbe. A gombaelemek és a környezet között zajló folyamatokat, kölcsönhatásokat összegző ismeretanyagot napjainkban már „levegőökológia”

néven emlegetik (BURGE 1986). Az ökológiai szemlélet megjelenését jelzi, hogy a kutatók egyre több spóratípus egyre pontosabb meghatározására törekednek. A teljes légköri mikobióta feltárását továbbra is a hagyományos eszközökkel, főként Hirst-típusú vagy tenyésztéses eljárásokkal folytatják napjaink mikológusai. E módszerek összehasonlító értékeléséről részletes ismertetők állnak a rendelkezésünkre (DAVIES 1971, MAGYAR és SZÉCSI 2002, MANDRIOLI et al. 1998, SOLOMON 1984), annyi azonban feltétlenül említést érdemel, hogy a tenyésztéses módszerek alkalmazása csak a fajegyüttes adatok kiegészítésére szolgál, mivel alkalmazásuk nagymértékű adatvesztéshez vezet. A légkör gombafajegyüttesét a spórák morfológiai vizsgálatával feltáró kutatómunkák szerzői átlagosan 40-50 spóratípust különböztettek meg (HAMILTON 1959, KHANDELWAL 2001, KRAMER et al. 1959c, MEREDITH 1962, LEVETIN 1990, 1991, NAYAK et al. 1998, PELIZZARI 1996, SHENOI és RAMALINGAM 1976, SHOEMAKER et al. 1974). BRICE KENDRICK (1990) 191 spóratípust közölt a világ különböző pontjain készült levegőmintákból. A számítástechnika fejlődése lehetővé tette a többváltozós adatfeltárás (pl. főkomponens-, redundancia- és kanonikus korrespondencia analízis) alkalmazását, melynek segítségével a fajok légköri előfordulási adatai már értelmezhetővé válnak (FILIPELLO MARCHISIO et al. 1997, LI és KENDRICK 1994, 1995b).

2.2. A levegőbiológia hazai története

Az európai gyakorlathoz igazodó térfogatos mintavételen alapuló rendszeres levegővizsgálat (monitorozás) 1989-ban kezdődött Magyarországon (Budapest: ELTE Növényrendszertani Tanszékén, majd a Magyar Természettudományi Múzeumban és a Szegedi JATE Növénytani Tanszékén). Egy évvel később kezdődött meg az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózatának kiépítése FARKAS ILDIKÓ főorvosnő vezetésével, melynek 2005-ben már 19 pollen-monitor állomása működött az országban. Ezzel a hálózattal párhuzamosan épült ki az „Euroregionális Polleninformációs Szolgálat” JUHÁSZ MIKLÓS szegedi palinológus egyetemi tanár szervezésével, melyben a magyar városok mellé horvát, román és szerb állomások is csatlakoztak. A térségünkre vonatkozó, allergológiai szempontból jelentős spórák időbeni elterjedését tükröző naptárat a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárában JÁRAINÉ KOMLÓDI MAGDA (1991) és az Országos Epidemiológiai Központban ZALA JUDIT és mtsai (1997) készítették el. A hazai kutatások egyik legértékesebb eredményei közé tartozik TÓTH SÁNDOR munkája (JÁRAI-KOMLÓDI és TÓTH 1993-94), melyben 29 légköri gombataxont, köztük több ritka fajt közölnek a szerzők Budapest levegőjéből. Az *Ophiobolus anguillides* termőtesteit mintegy fél évvel azelőtt, hogy a spórák feltűntek a levegőben, megtalálták somkórón, mely az első hazai adat volt erről a gombáról. Hasonló volt a helyzet a

paksi levegőmintákban igen szórványosan megtalált *Gnomonia amoena* spórákkal is, azzal a különbséggel, hogy ezt a gombát természetes szubsztrátumán eddig még nem találták meg (TÓTH SÁNDOR kiadatlan kéziratából). A főbb légköri spóratípusok napszakos dinamikáját hazánkban először PINTÉR és KLATSMÁNYI (2001) vizsgálta. A Kárpát-medencén is átívelő légköri pálya növényvédelmi szerepére TUBOLY LÁSZLÓ hívta fel a figyelmet a dohányperonoszpóra kapcsán (DEMECZKY ÉS TUBOLY 1962, TUBOLY és VÖRÖS 1962) Az alma, a málna, és a kukorica kórokozó gombáinak járványtani kutatását is fémjelzi néhány kiemelkedő színvonalú, levegőmikológiai szemléletű munka (BENEDEK et al. 1974, FISCHL 1983, HOLB et al. 2004).

2.3. A légköri pálya

A spórák légköri terjedése négy fő szakaszra tagolható (EDMONDS 1979): kibocsátás (1), szállítódás (2), lerakódás (3), visszaszóródás (4). Az áttekintésben soron következő fejezetek is ezt a tagolást követik. A légköri pálya bizonyos szakaszainak ismertetése azért szükségszerű, mert alapvetően meghatározzák a légkör fajösszetételét és a napszakos dinamikát (MEREDITH 1965). (Megj.: Az angol nyelvű szakkifejezések zárójelben való szerepeltetését az indokolja, hogy a magyar nyelvű megfelelőjüket jelen dolgozatban alkalmazom először a levegőmikológia területén).

2.3.1. Kiszóródás

A gombaelemek kiszóródása (liberation) a légköri pálya első szakasza. Két formáját, az aktív ill. passzív kiszóródást annak alapján különböztetjük meg, hogy a gomba belső, élettani folyamatai vagy ettől független külső környezeti hatások juttatják-e a spórát a légkörbe. A spóra másodrendű kiszóródási típusának nevezhetjük az olyan „alternatív” kiszóródási eseményt, mely általában nem tekinthető a gomba jellegzetes terjedési formájának. (Az alábbi összefoglalót INGOLD 1971, LACEY 1981, LACEY 1996 nyomán állítottam össze).

2.3.1.1. Aktív kiszóródás (spóraszórás) típusai

Higroszkópikus mozgások (hygroscopic movements): A nedvességváltozás hatására a gomba sejtjei vizet vesznek fel vagy adnak le, a nyomásváltozást kísérő gyors mozgások során az érett spórák kiszabadulnak (Pl.: Az *Alternaria porri* és a *Botrytis cinerea* konídiumtartói, a *Peronospora tabacina,* a *Phytophthora infestans* sporangiumtartói megcsavarodnak (DE BARY 1887), a *Schizophyllum commune* összegöngyölt lemezei, és a

Gymnosporangium juniperi-virginianae bezárult peridiumsejtjei felnyílnak, a *Trichia persimilis* kapilliciumának elaterái elmozdulnak). Ez a helyzetváltoztató mozgás igen gyakori a természetben, melyre még a növényvilágban is számos példát említhetünk (*Pteridopsida* spp. sporangiumtartók, *Equisetopsida* spp. elaterák).

Belső száradás (water rupture) A nedvességvesztést gyakran kíséri a fizikában Berthelot-jelenségként ismert folyamat gombaelemeknél megfigyelt esete. Az egyenetlen falvastagságú sejtekben a száradás a vékonyabb részeken behorpasztja a falat, de a merev területek révén feszültség alakul ki. A megnövekedett belső nyomás hatására gázfázis alakul ki a sejtben, és e buborék hirtelen „visszarugja" a falat eredeti formájába. Számos vastag falú gombaelem (konídiumtartó, spóra) belsejében de Bary-féle gázzárvány figyelhető meg. (pl.: *Cordana musae, Corynespora cassiicola, Curvularia, Deightoniella torulosa, Drechslera, Helminthosporium turcicum, Memnoniella subsimplex, Zygophiala jamaicensis, Zygosporium oscheoides*). A vízveszteség folytán csökken a spóra sűrűsége, de térfogata és alakja a vastag fal következményeképpen változatlan marad.

Kigömbölyödés (rounding of turgid cells): A spórát egy vízfelvételtől megduzzadó sejt (konídumtartó v. egy másik konídium a láncban) taszítja el. A „lőtávolság" viszonylag kicsi (1-15 mm). (pl. *Arthrinium cuspidatum, Conidiobolus, Epicoccum nigrum, Entomophtora, Gymnosporangium* aecidiosporák, *Sclerospora, Xylosphaera*).

Ballisztospóra szórás: A ballisztospórák lefelé nyitott termőréteg ill. gombakalap (mint egy „esernyő") védelmében fejlődnek, illetve a levélfonákon sporulálnak (rozsdák), mivel a csapadék a termőréteg szerkezetét károsítaná. Az aszimmetrikus helyzetű spóra leválását a víz kilépése segíti a punctum lacrimanson. Az itt kivált ún. Buller-csepp felületi feszültsége és a sterigma kigömbölyödése (l. fentebb) segíthetik a mozgást. A kilövellés rövid távú (0,01-0,2 mm). A folyamat pontosan ma sem tisztázott.

Kilövellés (squirt-gun mechanism): Az aszkospórák kiszórása során a gombában cukor szabadul fel, s így a termőtest belső ozmotikus nyomása megnő. Az aszkuszok és az azokat körülvevő parafízisek vizet vesznek fel, megduzzadnak, és kipréselik az aszkospórákat. A bitunikátus tömlősgombák esetében a külső exotunika felrepedésével kitóduló belső tömlő (endotunica) mozgása is segíti a spórák messzebbre lövellését, mely általában nagy távolságra történik (1mm-től 50 cm-ig). A felszínmenti légréteg áthidalásának céljából további módosulások segítik a fajok eredményes elterjedését. Ilyen a *Ceratocystis*-fajok hosszú osztioluma (vö.: hosszú konídiumtartók!), mely eléri e levegőréteg felső határát. A nagyméretű spórák (*Aglaospora profusa*) vagy az összeragadva maradt, így hasonló méretű spóraoktádok (*Ascobolus* spp.) a peritéciumban keletkező nagyobb nyomás hatására messzebbre lökődnek ki. Az aszimmetrikus aszkospórák (pl.: *Leptosphaeria* spp.) az aszkusz

nyílásában mélyebben ülnek, ezért a tömlőn belüli felületük is nagyobb, mint az ugyanakkora térfogatú, de szimmetrikus spórák esetén. A nagyobb felületre ható nagyobb nyomás az aszkuszból messzebbre repíti a spórát. Az aktív kiszóródás során a spóra határozott röppályát ír le, melyet jellegzetes alakja után sporabolának nevezünk. Az aszkospóraszórás hét típusát különböztetjük meg.

Discomycetes-típus: az aszkuszok fényérzékeny (fototróp) csúcsukkal függőlegesen felfelé fordulnak – elkerülendő, hogy a spóra a szemközti termőrétegre csapódjon. A spóraszórás többnyire az egész termőfelületen egyszerre következik be, fény (radiosensitiv- pl. *Morchella* ssp.). vagy fizikai érintés (tactiosensitiv- pl. *Peziza* spp.) hatására, szemmel is jól látható spórafelhő kíséretében. A spórafelhő tömege kettős légörvényt okoz, mely a spórákat magasabb légrétegekbe segíti.

Erysiphales-típus: A zárt kleisztotécium felreped, a kitüremkedő aszkuszból a termőtest visszazáruló „állkapocsként” szorítja ki a spórákat.

Myriangium-típus: A termőtestből az aszkuszokat és spórákat hordozó himénium-labda szakad ki.

Sordaria-típus: Az osztiólumban megrekedő aszkuszból a spórák szabadon hagyják el a termőtestet. Az üres aszkusz visszahúzódik a termőtestbe és elfolyósodik. A kilökődő aszkospórák nyolcas csoportokba, ún. oktádokba rendezettek.

Gnomonia-típus: Az egymást sorban toló aszkuszok közül az elsőből az osztiólum nyílásban kilökődnek a spórák, a következő tömlő az üres aszkuszt is kinyomja. Ilyenkor a kiürült tömlő megtalálható a spórák közelében.

Ceratocystis-típus: A tömlő már a termőtest belsejében elfolyósodik, a spórák tömege ragacsos, színes csepp (cirrus) formájában kinyomul az osztiolumon. Ezt a cseppet a rovarok ill. az esővíz magával viheti, vagy kiszáradva a szél szállíthatja. (A spóratömeg kinyomulását követő terjedési szakasz már visszaszóródásnak tekintendő.)

Cordyceps-típus: A termőtestben kiszabadult aszkospórák egymást követően, egyesével nyomulnak ki az osztiólumon.

A nedvesedés által kiváltott elsőrendű aszkospóraszórás mellett ritkábban másodrendű kiszóródási típusokat is találhatunk. Késleltetett spóraszórás esetén, fény (400-500 nm), a hirtelen száradás (pl. *Gibberella zeae*, TSCHANZ et al. 1975), a gyors lehűlés (3-5 C^o), és a fizikai érintés is kiválthatja a spóra-kibocsátást. A kiszáradás hatására is megnőhet a termőtest belső ozmotikus nyomása (pirenomicéták), mely kisebb mértékű spóraszórást eredményezhet.

Az egyéb aktív kiszóródási típusok részletes ismertetésétől eltekintek, mivel az ilyen módon terjedő nemzetségek (*Basidiobolus*, *Pilobolus*, *Sphaerobolus*) később nem fordulnak elő a dolgozatban.

Száradás hatására tehát aktív kiszóródás tapasztalható a **higroszkópikus mozgások és az aszkuszos szórás esetében.** Eső, páratartalom növekedés vagy víz hozzáadás hatására következik be a**z aszkospóraszórás**, a **ballisztospórák** kilövellése, és a spórát eltaszító sejtek **kigömbölyödése** (WEBSTER 1966). Fitopatogén gombák esetében ezt a folyamatot kiválthatja a gazdanövény szöveteinek víztelítettsége (*Epichloë, Oidium*) is, illetve szaprotrófok esetében a termőtest víztartalékai (*Daldinia*).

2.3.1.2. A passzív kiszóródás (spóraszóródás) típusai

Kihullás (shedding under gravity): Szélcsendes légkörben az érett spóra saját súlyánál fogva is lehullhat a konídiumtartóról. A fákon élő gombák konídiumtartója átlagosan rövidebb, mint a talajfelszínen található fajoké. A felszínmenti légréteg fölé növekvő hosszabb konídiumtartó a spórákat a légörvények szintjére emeli, de a fáról aláhulló spóra számára, mely a légörvények légrétegébe kerül, felesleges a hosszú konídiumtartó.

Kifújás (defláció, blow-off, wind-off): A spóratermő telepet érő szél a spórák nagy mennyiségét választja le egyszerre. A spórák leszakításához szükséges légáramlat sebessége átlagosan 0,4-2,0 m/s, melyben a fellépő turbulencia is részt vesz (GREGORY 1961). Ha a konídium és a tartó közötti kapcsolat szakítószilárdsága kicsi, a leválás már alacsony szélsebesség mellett bekövetkezik (pl. 0,4 és 1 m/s között: *Alternaria tenuis*, ROTEM 1994; 1 m/s felett: *Cladosporium* spp., PASANEN et al. 1991; 0,5 és 1m/s között: *Erysiphe graminis*, AYLOR et al. 1981; 0,5 m/s: *Aspergillus fumigatus*, PASANEN et al. 1991; 1,8 és 2,3 m/s között: *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, 1,8 és 2,8 m/s között: *Puccinia striiformis*, GEAGEA et al. 1997; 3 és 5 m/s között: *Spilocea pomi*, WISEMAN 1932). A kifújás hatékonysága csökken, ha a levél vagy a spóra felszíne ragadós (WARD és MANNERS 1974, JONES és HARRISON 2004), ugyanis a nedvesség vagy nyálkaburok hatására egymáshoz és a szubsztrátumhoz tapadnak a spórák (pl. *Trichotecium roseum*, ZOBERI 1961; *Cladosporium*, PADY et al. 1969, ROTEM 1994, COHEN és ROTEM 1970; *Puccinia striiformis*, GEAGEA et al. 1997). Az *Ustilago nuda* által fertőzött árpa hosszabb és merevebb szárú, mint az egészséges, szélben bókoló kalászok, így a spórát szóró üszöggomba-telepek jobban ki vannak téve a deflációnak. JONES és HARRISON (2004) szerint a gombaelemek kisebb szélsebesség mellett képesek a légkörbe szóródni a növényzetről (0,5-2 m/s), mint a talajról (3-5,4 m/s).

Ködbe tapadás (mist pick-up): A felszálló köd, nedves, párás szél (0,5-10 m/s) a telepet érintő kisméretű permetcseppekhez tapadó spórát magával ragadja (pl. *Ramulispora* (*Pseudocercosporella*) *herpotrichoides*, GLYNNE 1953; *Verticillium albo-atrum*, C*ladosporium*, DAVIES 1959). Egyes gombáknál (*Chaetomium, Ceratocystis*) megfigyelték,

hogy a száraz légáram nem alkalmas a spórák elmozdítására. A *Drechslera teres* spóráit leszakító köd még a növény felszínén lecsapódik, és a lecsorgó víz szállítja tovább a spórát, a légkörbe csak száraz levelekről szóródtak ki konídiumok (DEADMAN és COOKE 1991).

Hőfeláramlás (shedding in convection currents): A felfelé szálló meleg légáramlatok magukkal viszik a kisebb méretű spórákat, gyakran igen nagy magasságokba.

Elektrosztatikus ellökődés: A konídiumtartó és a konídium azonos előjelű elektromos töltést hordoz, mely utóbbit a leválás pillanatában gyengén tovább taszítja az elektrosztatikus hatás (LEACH 1976).

Száraz bolygatás (shake-off): A spóratermő teleppel közölt erőhatás (rázás, mozgatás, mezőgazdasági munkák, aratás, favágás, közvetett széllökés) által kiváltott spórakiszóródás. Aratásakor nagyobb spórafelhők felemelkedése figyelhető meg, ilyenkor a spóraszám csak csillagászati mennyiségben fejezhető ki (2,0 $\times 10^8$ db/m^3, Lacey 1996). [Megj: A légkörben található baktériumok és sugárgombák nagy része is főként ilyen események során szóródik ki talajszemcsékre és más részecskékre tapadva (JONES és HARRISON 2004)].

Nedves bolygatás (fújtató elvű bolygatás, wet shake-off, tap and puff liberation, bellows mechanism): A bolygatást a hulló esőcseppek idézik elő. A termőtestre, vagy az azt tartalmazó szubsztrátumra zuhanó csepp hatására végbemegy a még száraz spórák kiporzása. A *Fuligo-*, *Geastrum-*, *Lycogala-* és *Lycoperdon*-fajok spórái a száraz spóratömeget borító vékony pergamenszerű peridiumot behorpasztó vízcseppek hatására törnek elő. Hasonló a levél felületén található gombatelepek esete, ilyenkor a beérkező nagyméretű esőcsepp előtt feltorlódó levegő szétfújja, majd következő lépésben szétporlasztja a gyengén rögzült spórákat. A becsapódó esőcsepp annyira megüti a levelet (ill. megrázza a lombozatot), hogy a fonákon sporuláló telepekből is kiszóródnak a spórák. A kiszóródás a levél fonákon elsősorban a esőzés első vízcseppjei által keltett rezgés következménye, míg a levél színén inkább a vízcseppek becsapódását megelőző légtorlódás hatására megy végbe a spórák körkörös, nagy sebességű- 70 m/s-ot is elérő- helyváltoztatása (GREGORY 1948, DIXON 1963, HIRST és STEDMAN 1963).

Cseppfelverődés (splash): Hosszabb ideig tartó esőzések során kialakuló kb. 0,1-0,8 mm vastag vízréteg hidrofil spórák szuszpenzióját tartalmazza, melynek felszínén hidrofób „spórafilm” úszik. A vízrétegbe 2-9 m/s sebességgel csapódó nehéz, 1- 5 mm-es esőcseppek ún. „koronát” és ennek peremén másodlagos cseppeket hoznak létre. Egyetlen elsődleges esőcsepp 100-5000 másodlagos cseppre eshet szét; ezek átmérője 5-től 2400 μm-ig terjedhet, és nagyszámú (több 10000 db/ml) gombaelemet tartalmazhatnak. A cseppfelverődés a talajról és a növényzetről is kiindulhat, sebessége a 70 m/s-ot is elérheti. A fertőzött növényzetre hulló tiszta esőcsepp spórákkal szennyezett másodlagos cseppekké robban szét, melyek a

tiszta növényzetre hullva további esőcseppekkel keverednek össze (többszörös visszaszóródás). A felverődés mértékét növeli a merev, derékszögben álló, viaszmentes, sima felület. A másodlagos cseppek általában 40-70 cm, esetenként azonban 1 méteres magasságba is felverődhetnek, melyeket a szél több száz méteres távolságra juttathat (PÉROMBELON 1978). A felverődő esőcseppek akár napokig a levegőben lebeghetnek lassan párologva. A cseppfelverődés igen fontos egyes növénykórokozó gombák terjedésében (pl.: *Fusarium*- és *Colletotrichum*- fajok). Ide sorolhatók egyes cirrusképző tömlősgombák is pl.: *Cochliobolus* (EL SHAFIE és WEBSTER 1980). A cseppfelverődés a hagyományos besorolással ellentétben nem az elsődleges kiszóródás típusai közé tartozik. A cseppfelverődés fizikai hátteréről és egyes kórokozó gombák terjedésére gyakorolt hatásáról az irodalom számos kísérleti eredményt közöl (GREGORY 1959, STEDMAN 1978, MADDEN 1997).

Kelyhes cseppfelverődés (splash cup): A kehely alakú termőtestbe csapódó vízcsepp energiája felfelé irányul, ezáltal a mélyedésben ülő, általában nehéz spórákat (peridiolumokat, szorédiumokat) magasabbra (1-2 m) repíti, mint az egy sík felületről lehetséges volna. (pl.: *Cladonia* sp., *Crucibulum pyxidata*, *Lophodermium pinastre*, *Nidulariales*, *Polyporus conchatus*).

Kelyhes kifújás (wind-cup): A kehely alakú nyálkagomba termőtestekből és zuzmó podéciumokból (*Cladonia* sp.) a száraz spórákat csak a 0,5 m/s sebességet meghaladó légáram képes kiemelni, azáltal, hogy lebukó és felgyorsuló légörvényeivel kiöblíti a mélyedéseket (BRODIE és GREGORY 1953).

Szétbomlás: A termőtest elfolyósodása, szétesése után jutnak a gombaspórák a szabadba, melyek tömegesen beborítják a talajt és a környező tárgyakat; e spórák visszaszóródás során jutnak a levegőbe (pl. *Coprinus*).

2.3.2. Szállítódás a széllel

A szállítódás (forézis v. transzport) a gombaspóra légköri terjedésének második szakasza. A kiszóródott spórát elsősorban a szél szállítja (anemochor terjedés), azonban egyes gombaelemek szárazföldi terjedése rovarok (entomochor terjedés) ill. víz (hidrochor terjedés) közvetítésével is végbemehet.

A légkörbe szóródott spórát elsősorban a szél szállítja, egyéb hatások, pl. elektrosztatikus erők, a légörvények, súrlódási hatások, és a légellenállás is szerepet játszik az elmozdulás irányának kialakításában. A spóra röppályája parabola alakú görbét ír le, melynek meredekségét szélcsendben az ülepedési sebesség határozza meg, légmozgás esetén ez az ív a szélerősség függvényében módosul. Annak ellenére, hogy a spórára ható gravitáció

folyamatosan süllyedő röppályát eredményez, a részecskék gyakran egyre magasabbra és magasabbra jutnak az egymást követő légörvények közvetítésével. Alacsony légáramlásban a kisebb spórák szuszpenziója hosszú ideig lebeghet („air plankton”).

2.3.2.1. A függőleges szállítódás

A függőleges szállítódás során a spóra különböző tulajdonságú légrétegek között jut egyre feljebb, mely a nagyobb távolságú elterjedés szempontjából kulcsfontosságú.

A felszínmenti légréteg (lamináris hártya) mind a talajt, mind a növényzetet néhány milliméteres vastagságban köpenyként burkolja, melyet szélsőségesen hideg ill. meleg mikroklíma jellemez. E rétegben légörvények nem alakulnak ki, csupán csekély vízszintes légmozgás észlelhető, vagyis nem érvényesülnek a spórát újra és újra magasba sodró hatások. A rétegvastagság nappal 1-100 mm között változik a szélsebességtől függően, azzal fordított arányban nő vagy csökken. Éjjel a talajmenti lehűlés és csekély légmozgás révén akár 10 méteres magasságig is kiterjedhet. Az ide belépő részecskék „elsüllyednek”, vagyis kiülepedésük felgyorsul. Általános elvnek tekinthető a mikroszkópikus élőlények azon törekvése, hogy e lamináris réteg fölé juttassák szaporítóképleteiket. Amennyiben ez nem jár sikerrel, a spóra „küldetése” meghiúsul, mert közvetlenül a forrás mellett ér földet. Az olyan térszint formákat, melyek átlagos magassága a felszínmenti rétegnél kisebb, aerodinamikailag sima felületnek nevezzük, ha a magasság ezt az értéket meghaladja, akkor érdes felületről beszélünk. Amennyiben az átlagos felszíni érdesség elér egy bizonyos határértéket, kifejlett turbulencia lép fel, ilyen esetben a lamináris hártya nem alakul ki.

A felületi egyenetlenségek ill. termikus hatások által keltett kis légörvények jellemzik a következő szintet, az **átmeneti vagy kis légörvények rétegét**. Nagyobb magasságban a geográfiai felszíni formák és a szél nyíró hatására alakul ki **a nagy légörvények rétege**. A spórát magasba emelő turbulens légáramlatot a hideg és meleg légrétegek cseréje, a feláramló meleg légoszlop (termik), és a levegő belső súrlódása is okozhatja. A lamináris légáramlás egy sebességi küszöbérték felett örvényleni kezd, melyet a Reynolds-szám, a tehetetlenségi erő és a súrlódási erő hányadosa fejez ki. Az örvények mérete és időtartama különböző: a néhány másodperces, kisebb felkavaró légmozgástól a pár méter széles és több száz méter magas, percekig fennálló forgószeleken át az óceánokat, földrészeket átívelő, több hétig tartó ciklonokig változhat. A magassággal a hőmérséklet lineárisan csökken, a szélsebesség viszont növekszik. Az 500-1000 m-es magasságban a légörvények gyakorisága csökken, a napszakos időjárási különbségek megszűnnek. A légörvényekkel érkező spórák előfordulásának ez a felső határa. Ennél nagyobb magasságba, a **konvektív légrétegbe** akkor kerülhet spóra, mikor

ún. buborék termikek (6-15 percenként, 1-2 km^2-es területről felszálló forró légbuborékok) magukkal vonják a földfelszín közeléből az ott nagy koncentrációban lebegő részecskéket. A spórák, elméleti számítások szerint, a 15.700 méteres magasságot is elérhetik. Az Explorer II sztratoszférikus ballon 11.000 és 21.000 m-es magasság között is mutatott ki spórákat, az itt csapdázott mikroorganizmusok fele gombaelemnek bizonyult (ROGERS és MEIER 1936). Gombaelemek azonban 100 méteres magasság fölé ritkán jutnak.

A spórafelhő akár nagyobb távolságokra is eljuthat anélkül, hogy a felhő átmérője jelentősebb változást szenvedne, míg más esetben minden irányba szétterül, és gyorsan eloszlik. A diffúzió a szélsebességtől, a talaj érdességtől és a légköri termikus rétegzettségtől függ. A forrás (vagyis a légkörbe jutó spóra eredési helye) lehet folyamatos vagy szakaszos kibocsátású pont-, vonal- vagy területi forrás. Pontforrásból származó spóramennyiség logaritmikusan csökken a függőleges és vízszintes távolsággal, 22 m-es magasságban a spórakoncentráció a talajszinten mérhető mennyiség egyharmadára esik vissza, ilyen magasságban a légköri össz spóraszám 10 %-a származik helyi spóraszóródásból.

A magassági rétegeket jellemző hőmérséklet (2a ábra, 3.sz. melléklet) szerint is felosztható az atmoszféra. Nappal az erős besugárzás konvektív mozgásokat hoz létre. Ilyenkor a légkör átkeveredési mélysége 800-2600 méter között változik, de éjjel csupán néhány 100 métert ér el. Éjszaka többnyire városok és hőforrások felett alakulnak ki légörvények, melyet a nappalinál kisebb mélységű, de bonyolultabb turbulens áramlatok jellemeznek. A keveredési réteg vastagsága legnagyobb nyáron, és legkisebb télen. 24 órás maximuma 16 óra körül mérhető. Nappal ill. nyáron tehát adott mennyiségű spóra nagyobb légtérben oszlik el, mint az éjszaka ill. a tél folyamán. Hasonló jelenség tapasztalható a viharok során, anticiklonok hatására is. A talaj közelében kialakult erős inverzió gátolja a függőleges légmozgást, ezáltal a légrétegződés stabilizálódik, a koncentráció feldúsul. Ha a keveredési réteg szűk, az azonos mennyiségű spóra kisebb térben oszlik el, a koncentráció nagyobb. E folyamat közegészségügyi jelentőségét az allergiás betegeknél az éjszakai szellőztetések során fellépő asztmás tünetek igazolják (GREGORY 1961, LACEY 1981, 1988, RÁKÓCZI 1998).

2.3.2.1. A vízszintes szállítódás

A szél hatására a spórafelhő változatlan koncentrációban szállítódhat, hígulhat vagy töményedhet (l.: Sutton-egyenlet, GREGORY 1961). A spórafelhők mozgása légkörfizikai módszerekkel számítható ki. Mivel e folyamatokat többnyire az aerodinamika tárgyalja, a

fejezet további részében csak a levegőmikológiai szempontból figyelemre méltó részleteket emelem ki.

A szállítódás mértéke különböző nagyságrendű lehet, miszerint megkülönböztethetünk élőhely-, táj-, kistérség-, térség-, nagytérség-, földrész- léptékű terjedési távolságokat (2. táblázat, 2. sz. melléklet).

Kis távolságú, élőhely léptékű terjedésnek tekinthető a gombaspórák termőterületen belül, és termőterületek között történő szállítódása. Ide sorolandó a növényi trichómák és epikutikuláris viasz által létrehozott kisebb légörvények lebegtető hatása a levélen, a törzsön vagy az ágakon lecsorgó esővízzel való terjedés; valamint a cseppfelverődés talajról, ill. szomszédos levelekről.

Közepes távolságú, táj léptékű lehet a tengerparti, illetve a hegy-völgy irányú légmozgás. Ezek a periódikus áramlatok levegőbiológiai szempontból a légtömegek napszakos cserélődésében játszanak kiemelkedő szerepet. A hegy-völgy cirkuláció során közel 10 km hosszú és 1000 m szélességű áramlatok jönnek létre a hőmérséklet erős ingadozása révén; e légmozgások a spórákat egyik völgyből a másikba juttathatják. BATEMAN (1950) megállapította, hogy a gombaelem-méretű részecskék 99,9 %-a a forrás 100 méteres körzetén belül kiülepedik, melyet azóta védőtávolságként alkalmaznak mezőgazdasági területek között (kórokozók, kereszteződés, GMO esetében). A Kerling-szabály (KERLING 1949) szerint a növényzet gombafertőzöttsége a szél irányában, a forrástól távolodva csökken. Az összes spóra mennyiségének 5-10 %-a vesz csupán részt a nagy távolságú szállítódásban. A *Phytophthora infestans* elméleti szállítódási távolsága (200 km) csak esetszerű megfigyelésekkel igazolható, melyek során 64, ill. 100 km-es elsodródás tényét lehetett bebizonyítani (SCHRÖDTER 1960), más esetben elméleti számításokra támaszkodhatunk (3. táblázat, 2. sz. melléklet). ZOBELL (1942) óceánjáró hajókon folytatott levegőbiológiai mintavételezést, melyek során nem talált kórokozó gombaspórákat. Ezt követően sokáig az a nézet uralkodott, hogy a gombafajok nem képesek a széllel átterjedni egyik földrészről a másikra. Ma már ismeretes, hogy a spórák szállítódása a magasabb légrétegekben megy végbe.

A **nagy távolságú** terjedés (**LDD**, „Long Distance Dispersal”) lehetősége napjainkra már többször bizonyítást nyert. E folyamat első lépéseként függőleges irányú légmozgások szállítják a spórákat, melyek ezután egy erős vízszintes légáramba kerülnek. **Nappal** ezt a szerepet a 8-10 km közötti magasságban elhelyezkedő konvektív légréteg tölti be, ennek magasságába a turbulens légmozgások már nem érnek fel, tehát a spóra csak hőfeláramlás ill. buborék termikek útján juthat ide. Ebben a térségben, a sztratoszféra és a troposzféra felső

határán gyakoriak a 200-400 km/órás szélsebességgel mozgó nagy sebességű áramlatok, melyek a gombaelemek földrészek közötti szállítódását is lehetővé teszik. **Éjszaka** a felszín közeli nyugodt légkör csökkenti a magasabb rétegekben áramló légtömegek súrlódását, mely szintén kedvez a nagy szélsebesség (28 m/s) kialakulásának („Nocturnal Low Level Jet", LLJ). Az LDD szempontjából fontos tényező a függőleges felhajtó légáramlat és a nagy mennyiségű inokulum jelenléte a forrásterületen; továbbá a spóra kiszóródásának időpontja (napszak) és az időjárás, a forrásterület vegetációjának szerkezete és magassága; a kórokozó spórát szállító szél iránya, állandósága, sebessége, és nem utolsó sorban elegendő mennyiségű fogékony gazdanövény jelenléte a lerakódás helyén. AYLOR (1990) közlése szerint a rendszeresen fellépő, nagy sebességű, hosszabb ideig állandó, évszakosan változó irányú szél a leghatékonyabb ilyen szempontból. Az 1920-as és '30-as években egész Észak-Amerikán átívelő gabona szárrozsda (*Puccinia graminis*) járvány rámutatott a nagytávolságú spóramozgások megfigyelésének szükségességére (STAKMAN és CHRISTENSEN 1946). A szárrozsda hasonló fertőzési útvonalát ismerték fel Indiában, ahol a déli dombvidékek fertőzési forrásaiból származó spórák az északi területekig jutottak el (NAGARAJAN és SINGH 1976). A rozsdagombák légköri átterjedését igazolták Brazilia, Paraguay és Argentina között (WALLER 1979), valamint Angolából Brazíliába (BOWDEN et al. 1971) és Ausztráliából Új-Zélandra (VILJANEN-ROLLINSON és CROMEY 2002). Az LDD-t már igazolták a kukorica helmintospóriumos levélfoltossága (MOORE 1970), a banán Sigatoka-betegsége (STOVER 1962), a cukornádrozsda (PURDY 1985), a zab koronásrozsda (DINOOR 1981), a búza levélrozsda (SUBBA RAO et al. 1989), a búza szárrozsda (MCEWAN 1966, WATSON és DE SOUSA 1983). A nagy távolságú terjedés két típusát lehet megkülönböztetni.

A **szakaszos LDD** során a terjedés több lépésben halad előre; többszöri lerakódással, helyi felszaporodással és kiszóródással. Az járvány frontvonala exponenciálisan, sugarasan terjed több irányba, több helyszínen egyszerre fellépő, másodlagos, harmadlagos, stb. fertőzési- felszaporodási góccal. A járványgócok felbukkanása térben nehezen jelezhető előre.

A **szélessávú LDD** esetében a nagy mennyiségű spóra egyetlen szállítódási szakaszban, néhány napon belül eléri a lerakódási területet. A nagy távolságról érkező spórák fajra jellemző napi koncentrációs görbéje megfordulhat. Évszakonként a nedves és száraz éghajlatú övezetek között rendszeresen vándorló (migráló) spórafelhők fertőzik az ültetvényeket, ilyen szerepet tölt be Észak- és Közép Amerika között a Mississippi-völgy, vagy a trópusi övezetben egyes területei (ITCZ- „Inter Tropical Convergence Zone"). A szélessávú LDD-k egy része kiszámíthatatlan, egyedi, előre nem jelezhető esemény. Számos nagy távolságú fertőzési útvonal- főleg az obligát biotróf gombák esetében- időről-időre megújul, vagy visszafertőzi a forrásterületet. E témában részletes összefoglaló jelent meg

BROWN és HOVMØLLER (2002) tollából, az általuk közreadott térkép tájékoztatást nyújt a fertőzési útvonalakról. A kibővített ábrán a spórák terjedését befolyásoló légköri áramlatokat is feltüntettem (2b és 2c ábra, 3. sz. melléklet).

A spórák életképessége a szállítódás során jelentősen csökken; nagy részük a sugárzás, a kiszáradás, a fizikai sérülések, a fagyás, a napszakos ingadozások, és egyéb tényezők hatására elveszti csírázóképességét. PADY (1971) vizsgálatai kimutatták, hogy a légkörben szálló *Alternaria* konídiumok 80 %-a életképes, míg a cerkospórák 58 %-a, a kladospóriumok 42 %-a, a rozsdagomba uredospórák 32 %-a, a kalaposgombáktól származó bazidiospórák 6 %-a, valamint az aszkospórák 55 %-a csírázott. Figyelemre méltó a *Cladosporium* és az aszkospórák csíraképessége között tapasztalt csekély különbség. Szintén érdekes a micéliumdarabkák csírázása (9-34,5 %). A hialin spórák igen érzékenyek a kiszáradásra, a vastag falú sötét színű spórák azonban mind a vízveszteséggel, mind az UV sugárzással szemben ellenállóbbak. Az összes légköri gombaelem mintegy 40 %-a tekinthető életképesnek.

2.3.3. Szállítódás rovarokkal

A különböző gombanemzetségeknél a rovarok közvetítő szerepével ritkábban számolhatunk, mint a pollen esetében, ahol az entomofil beporzás nagyobb arányban jut szerephez, mint a szél. Annyit azonban leszögezhetünk, hogy a rovarokkal történő légköri szállítódás egyes gombafajoknál nagyobb gyakorisággal következik be. E fajok közé sorolandók a virágpor- és nektárfogyasztó, ill. a rovarpatogén gombák, valamint a mézharmatot benépesítő korompenész fajok. A virágzatban gyakran előforduló spórák a beporzást végző rovarokra tapadhatnak (pl.: *Fusarium* spp. (SUTTON 1982), *Trichoderma, Alternaria alternata, Cladosporium cladosporioides, C. herbarum, Epicoccum nigrum, Penicillium chrysogenum, Aureobasidium pullulans*). A *Botrytis anthophila* szisztemikusan fertőzi a gazdanövényt, de csak a porzón sporulál. A *Microbotryum violaceum* által fertőzött szegfűfélék virágpor helyett az üszög spóráit szórják. A fertőzött növény a gomba hatására akkor is porzószálat fejleszt ha nőivarú (e jelenség még Linnét is megtévesztette, aki az így módosult egyedeket új növényfajként írta le.) A *Monilia vaccinii-corymbosi* a kiválasztott nektárcseppek, illatanyagok, és a gazdanövény elszíneződése révén vonzza a rovarokat. A *Ceratocystis*- és *Ophiostoma*-nemzetségek tálcaszerű perifíziseiken kínálgatják spóra-cseppjeiket. Hasonló jelenség tapasztalható a *Cephalosporium*-, *Dictyostelium*-, *Graphium*- és *Mucor*-nemzetségeknél (l.: „stalked spore drop”, CARLILE et al. 2001). A *Puccinia graminis* piknospórái édes, illatos nedvekkel csalogatják a „beporzót”; a gomba perifízisei színesek, de

a fertőzött levél vöröses árnyalata is nagy hatással van a rovarokra. A *Sphacelia*, (teleomorf: *Claviceps*) igen magas cukortartalmú mézharmatot termel, melynek ragadós anyagába ágyazott konídiumait nem csak az idelátogató rovarok terjesztik; a szélben hajladozó gabonák között érintéssel-átkenődéssel is terjed a fertőzés. A hullott gyümölcsök édes nedvére érkező rovarok az itt előforduló gombákat terjesztik (pl. *Chrysonilia fructigena*). SHAW és ROBERTSON (1980) közleménye több gombafajt említ, melyek esetében megfigyelték, hogy a méhek közvetlenül is gyűjtöttek spórákat a telepekről. Egyes gombák nem csak a rovar kültakarójára tapadva, hanem különböző módosult szervek (probiscus, mycangium) belsejében is terjedhetnek. Az exoparazita gombák szaporítóképletei nagy számban találhatók a fertőzött gazdaszervezeten (*Aspergillus flavus*, *Ascosphaera apis*, *Cordyceps* spp., *Entomophtora* spp.). A fentiekben felsorolt gombák többé-kevésbé alkalmazkodtak a rovarokkal való terjedéshez, ám számos szél által szállított gombaelem is terjedhet így, alkalomszerűen rovarokon megtapadva (MALLOCH és BLACKWELL 1992, INGOLD 1971 alapján).

2.3.4. Szállítódás vízzel

A jelenlegi áttekintésben a szárazföldi hidrochor terjedésről csupán a levegővel kapcsolatban teszek említést, ezért pl. a pataki ökoszisztémára vonatkozó ismereteket felölelő szakirodalmat mellőzöm. A növényzeten felhalmozódó víz jelentős szerepet játszik a spórák szállításában. A **lecsorgás**sal (runoff, intercepció) kapcsolatos esővizes terjedés típusai között kell megemlíteni a levélzetre jutó víz **alágördülés**ét (pearl-off), a fa **törzsén való lecsorgásá**t (stemflow) a **lombon áthulló csapadék**ot (throughfall) és a növényen összegyűlt víz **csepegés**ét (drip splash). A lombra jutó vízcsepp alakja a felület adottságai szerint változó: a viaszos levélen csapott gömb alakot vesz fel (ekkor 125°-os szöget zár be a levél és a vízcsepp felszíne), szőrös levélen szinte teljesen gömbölyű (145°), míg sima levélen ellapuló (75°) vagy filmszerű. A felületen végiggördülő esőcsepp belsejében hidrofil, a felszínén hidrofób spórák helyezkednek el, mely utóbbiak fokozatosan hátra maradnak. A levelek hegyéről lecseppenő esővíz, bár mérete sokszor meghaladja az 5 mm-t, nem ér el akkora sebességet hogy a talajon cseppfelverődés alakuljon ki, viszont az alsóbb ágakon szétcsapódik, így spóratartalma visszajut a légkörbe (JUNIPER 1991). Az esővizes terjedés több formáját visszaszóródás jellegűnek tartom. A fatörzsekről lecsorgó esővíz sajátos spóraösszetételére GÖNCZÖL (1976) dolgozata hívta fel először a figyelmet, az erre vonatkozó, egyelőre még igen kisszámú vizsgálatról BANDONI (1981) összefoglalója, valamint GÖNCZÖL és RÉVAY (2004) dolgozata nyújt további tájékoztatást.

2.3.5. Lerakódás

A légkörben nagy mennyiségben lebegő gombaelemek folyamatos terhelést jelentenek a növényzet, és az allergiás beteg szervezete és számára. Különösen nyár közepétől emelkedik meg az olyan gombaelemek (Dematiaceae) légköri koncentrációja, amelyek külső térben is allergiát okoznak, vagyis nemcsak a beltéri vagy foglalkozási eredetű gombaallergiáért felelősek. A légkör kitisztulása tehát allergológiai szempontból is fontos esemény. A spórák **lerakódása (depozició)** éjszaka főleg **kiülepedéssel (szedimentáció)**, napközben elsősorban **becsapódással (impakció)** megy végbe, melyeket légköri folyamatok gyorsítanak (kimosó esőzés, besodródás a lamináris légrétegbe, turbulens becsapódás). A **Brown-féle** mozgással ill. **elektrosztatikus vonzással** csak a kisebb (0,5 μm alatti) gombaelem töredékek rakódnak le.

2.3.5.1. Kiülepedés

A **száraz kiülepedés** csapadékmentes körülmények között zajló, hosszan tartó folyamat, melyet gyakran megzavarnak a vízszintes, függőleges és turbulens légáramlatok, melyek lebegtetik a spórákat. Mozdulatlan (szélcsendes) közegben a partikulumok Stokes törvénye szerint ülepednek. Ha az egyenletet a légköri gombaelemekre oldjuk meg, az összefüggésben a spórák és a közeg alacsony sűrűsége elhanyagolható, így az alábbi képletet kapjuk:

$$V = \frac{2gr^2}{9\mu},$$

V=ülepedési sebesség cm/sec
g=gravitációs gyorsulás (9,81 cm/s)
μ=a levegő viszkozitása ($1{,}8\times10^{-4}$ g/cm/s 18 ^{o}C-on)
r=a gömb alakú spóra sugara

Az egyenlet szerint az ülepedés a spóra méretével arányos. A számításokat a gyakorlati mérések is igazolják; a *Lycoperdon pyriforme* kisméretű, 4 μm átmérőjű, gömbölyű spórája

0,05 cm/s sebességgel hullik a föld felé, míg a *Helminthosporium sativum* nagy (80×15μm) konídiuma 2,0-2,8 cm/s gyorsasággal ülepedik. A spórák átlagos szedimentációs sebessége 0,002-0,02 m/s közé esik (CHAMBERLAIN 1967). Az összes ülepítéssel csapdázott gombaelem 86 %-a anamorf, míg a lebegő-szálló gombaelemeket tartalmazó levegőminták 60 %-a konídium. A *Cladosporium* aránya az ülepített (53 %) és a légbeszívásos mintákban (57 %) nem tér el jelentős mértékben. Az *Aspergillus/Penicillium* csoport az ülepített (3 %) és a térfogatos (5,6 %) mintákban eltérő gyakorisággal szerepelt. A nagyméretű *Alternaria* és *Helminthosporium* konídiumok esetében az ülepítéses csapdázás nagyobb spóraszámot mutatott ki, mint a térfogatos mintavétel. A légköri spórák 90 %-a, átlagos légköri viszonyok mellett 100 méteren belül kiülepedett (HIRST 1990). A spórák tömege a légköri szállítódás során jelentősen megváltozhat; kiszáradás, anyagcsere, darabolódás révén könnyebbé válhat. Az aszkospórák kiszáradásakor 10-20 %-os méretbeli csökkenést szenvednek (BARAL 1992). Magas páratartalom vagy köd esetén a spórák megduzzadnak, és ragadóssá vált felszínükre szennyezőanyagok tapadnak; az így megnövekedett tömegük felgyorsítja a kiülepedés ütemét. MADELIN és JOHNSON (1992) beszámolója szerint a gombaelemek aerodinamikai átmérője 40 %-al nőtt 95-98 %-os relatív páratartalmú légkörben. A spóraülepedés és a légkör relatív páratartalmának hasonló összefüggésére világítottak rá a *Phytophthora* (RAEUBER 1957) és a *Puccinia graminis* (WEINHOLD 1955) esetében is. A legkisebb, 0,5 μm alatti részecskék lerakódását a Brown-féle mozgás is elősegíti. A felszínmenti lamináris hártya éjjelente a több méteres vastagságot is elérheti, ezért ilyenkor a száraz kiülepedés válik jellemzővé. Az ún. „spórazápor” alkalmával nagy térségekre kiterjedő, nagy mennyiségű, akár 1000 db/cm^2 feletti spóraülepedés is tapasztalható. Az ily módon lerakódó gombaelemek vizsgálatára szolgálnak az ülepítéses spóracsapdák.

Nedves kiülepedés esetén az esőcseppek „átfésülik” a levegőt (**kimosás**, „wash-out”). Sok esetben maguk a gombaspórák alkotják a felhőelemek kondenzációs magját (**kiesőzés** v. felhőképződés, „rain-out”). Az 1 mm-nél kisebb cseppméretű esőzések nem mossák ki a kisméretű spórákat (*Lycoperdon, Penicillium*). A 2 mm átmérőjű esőcseppek viszont eltávolítják az apró spórák 25 %-át, és a 20-40 μm méretű, nagyobb spórák (*Puccinia, Erysiphe graminis*) 80 %-át (SCHRÖDTER 1960). A havazás az esőcseppekénél kisebb hatásfokkal tisztítja a légkört. A nedves ülepedés a száraz depozíciónál is több spórát képes kivonni a levegőből, azonban az esőcseppekkel nagy mennyiségű növénykórokozó inokulum juthat a levélfelszínre, mely egyúttal jobb csírázási hatásfokkal rendelkezik (fertőző esőzések, „infective rain”).

2.3.5.2. A becsapódás

A becsapódás („impakció”) főként a szeles időjárásra jellemző. A légáramlattal adott sebességgel haladó spóra, méretétől, sebességétől és alakjától függően vagy ütközik a széliránnyal szöget bezáró felületre, vagy a széllel tovább sodródva elkerüli azt (SELL 1931). Az örvénylő légáramlatok esetén a becsapódás körülményei megváltoznak („turbulens impakció”). Ilyenkor a vízszintes felületeken nagyobb mértékű megtapadás tapasztalható, valamint spóralerakódás figyelhető meg a levél színén és fonákán is. A megtapadás a nedves vagy ragadós ütközési felületeken igen jelentős lehet (CHAMBERLAIN és CHADWICK 1972), mely által a légkör tisztulni képes. E természetes spóracsapdák közös tulajdonsága a nagy aktív felület, az öntisztuló képesség, a felszínüket benépesítő sajátságos gombafaj-összetétel, és esetenként a spórák visszaszórása a légkörbe. Ilyen természet alkotta csapdázó felületek a víz, a légzőrendszer és a lomb.

A vízfelületek spóra- és pollenelnyelő, légtisztító szerepe jelentős, elsősorban a parti szelek napszakos áramlása révén. A napi hőingadozás által kiváltott folyamat során reggelente a tenger felé áramlik a szárazföldi légtömeg, melynek spóratartalma kitapad a vízfelszínen; este ellenkező irányból, a tenger felől érkező tiszta légtömegek szellőztetik át a partszakasz 1-2 km széles légterét. A nedves lomb és az eső kimosó hatását másutt részletezem, e fejezetben csak a teljesség kedvéért említem meg. A növényen összegyűlt víz távozhat párolgás, cseppfelverődés, törzsi lefolyás útján, ennek során a csapdázott spórák és a természetes spóracsapda fajegyüttese keveredik.

A hajtásos növények föld feletti zöld részeinek összessége, a filloszféra igen jelentős szerepet játszik a légköri részecskék, de mindenek előtt a spórák megkötésében. Szerepük a városi belterületeken sajnálatosan kevés hangsúlyt kap, pedig légtisztító hatásuk jelentős lehet. Megfigyelések szerint, míg egy fáktól mentes övezetben a légkör porterhelése 65-90 % között ingadozott, addig egy park területén mindössze 14,4-22 %-os légszennyezettség volt mérhető. Egyetlen fa a levélzete között áthaladó légáram portartalmának 66-80 %-át képes megkötni, mely akár több száz kilogramm port is jelenthet. Az esőzések által leöblített levelek visszanyerik eredeti csapdázó teljesítményüket. GREGORY (1971) természetes csapdák hatásfokát (E) a felületén kitapadt spóraszám (TD, „trap dose”, db/cm^2) és a spóraterhelés (AD, „area dose”) függvényeként határozta meg, az E=TD/AD×100 függvény szerint (ahol AD egyenlő az átlagos szélsebesség (m/s) és a légköri spórakoncentráció (db/m3) szorzatával). HIRST és mtsai (1971) a levélfelszín spóracsapdázó képességét szélcsatornában vizsgálta, melynek során különböző levéltípusokon (burgonya, magyal) ütköztetett fluorescens részecskéket 1,7 m/s légáramlás mellett. Kísérletei szerint a nagy felületű

leveleken kevesebb részecske tapadt ki, és azokon is, melyek könnyebben elhajoltak és elfordulnak a szélirányba (burgonya levél). A szárak, tüskék és más merev részek jó eredménnyel csapdáztak (magyal levél). A kísérleteket gombaspórákkal is megismételték, beállított légköri koncentrációjuk mellett hasonló eredményeket kaptak. A legrosszabb hatásfokot a kisméretű spórák esetében mérték a nagy ütköztetési felületeken, alacsony légáramlás mellett. A hatékonyság egyenes arányban nőtt a spórák méretével, a szél sebességével, és fordított arányban a spóracsapda felületével. CARTER (1965) *Eutypa armeniaceae* spóráit ütköztette kajszi hajtásain. A legtöbb spóra a levélnyélen és az ágakon tapadt ki. Gravitációs ülepedés esetén csak a levél színén voltak spórák, míg az impakciót kiváltó légmozgások esetében a levél mindkét oldalát borították gombaelemek. A legjobb légszűrőnek a japán rózsa (*Rosa rugosa*) bizonyult, ezt követte a mezei juhar (*Acer campestre*), a gyertyán (*Carpinus*), a lonc (*Lonicera*), végül a legrosszabb hatásfokkal a fagyal (*Ligustrum*) zárta a sort (KOVÁCS 1985). A levélfelszín csapdázó képessége függ a levél életkorától, a felület jellegétől (viaszréteggel vagy trihómákkal borított) és szennyezettségétől. A lombozat felső részén nagyobb számú spóra tapad ki. Sűrű növényzet között a szél sebessége nem haladja meg a 2 m/s-ot, ilyen körülmények között a 4-5 μm átmérőjű spórák nem tapadnak ki, az *Erysiphe graminis* konídiumai viszont 40-60 %-os hatékonyság mellett rakódnak le a levelekre (GREGORY 1961).

A filloszféra nem csak a megtapadás révén képes a spóraszámot csökkenteni. A levelek közé behatoló légáramlat a súrlódás következtében lelassul, és a részecskék kiülepednek (sűrű vegetációban a szélsebesség ritkán éri el a 2 m/s-ot). A légköri spóra ill. a növényzet eltérő elektromos töltései között fellépő vonzás, van der Waals és hidrofób kölcsönhatások szintén elősegítik a lerakódást. A spórák maguk is rendelkeznek a megtapadásukhoz szükséges eszközökkel. A különböző típusú extracelluláris elemek képesek rögzíteni a spórát kedvezőtlen adottságú felületeken is. A tölcsérszerű függeléket viselő *Infundibura adhaerens* még az üveglemezekre is szinte leválaszthatatlanul tapad. A *Septoriella* és *Sphaerellopsis* nemzetségek fajai hasonló erejű rögzülésre képesek. A hosszúkás spórák a levélér mentén tapadnak ki (HAMER et al. 1988). A spóra megtapadásának passzív és aktív szakaszát különböztetjük meg. **Passzív tapadás** során a gombaelem nyugvó állapotban marad, a sokszor kedvezőtlen adottságú levélfelszínen a tüskés, barázdált, hálózatos, stb., exosporium mintázatok csökkentik a lesodródás veszélyét. Az **aktív tapadás** szakaszában a spórában belső biokémiai folyamatok indulnak meg. A gazdanövény hatására a gomba által kiválasztott nyálkaanyagok (STM, „spora tip mucilage”), a spórából kibocsátott polimerek, poliszacharidok és enzimek, melyek összessége, az ún. ECM („extracelluláris mátrix”, pl. *Uromyces viciae-fabae*) számos allergén vegyületnek is helyet ad. Az enzimek

segítségével képes a spóra helyileg emészteni a levél felületét, megváltoztatva ezzel annak tapadási adottságait. A kórokozó inokulum csírázása és behatolása az epidermiszbe, a appresszórium képzése a leghatékonyabb tapadást teszi lehetővé, azonban sok epifiton gomba telepe csupán nyálkaanyagokkal tapad a gazdanövény felszínére.

A levélfelszínre érkező hialin spórák nagy része elpusztul a levélfelszínt érő UV sugárzás, a kiszáradás, a savas eső hatására, azonban a nagyméretű, sötét színű, megvastagodott falú, több sejtből álló szaporítóképletek (aszkospórák, klamidospórák, mikroszkleróciumok) életben maradnak a kedvezőtlen környezeti hatások ellenére is. A túlélő, kicsírázott spórák mikoparazita vagy antagonista kölcsönhatásba lépnek a közelükben kiülepedett gombaelemekkel: antibiotikumokat, enzimeket és más toxikus anyagcseretermékeket termelnek, melyek a környezetükben lévő mikroorganizmusokat visszaszorítják. A gombák megtámadhatják a növényszövetet, vagy pedig (mint az itt nagy számban tenyésző élesztők), szaprotrófként benépesítik, és ragadóssá teszik a spóracsapdát.

Az eső által mosott, nedves lombozat erős szélben igen jól csapdáz, ugyanakkor a levegőbe szórhatja a korábban befogott gombaelemeket. A csapda hatékonyságát azonban nemcsak az eső nedvesítő hatása fokozhatja. Forró nyári napokon a levéltetvek által termelt nagy mennyiségű cukros mézharmat beborítja a lombozatot, és a fáról lecsepegő nedv ragacsossá teszi mind a talajt, mind a környező tárgyakat is, melyek ezáltal hatékony spóra- és pollencsapdákká válnak. A mézharmaton azonban hamarosan megjelennek a korompenészek, elsősorban az *Aureobasidium-*, *Cladosporium-*, *Capnodium-* és a *Torula*-fajok. A sérült, beteg levelek, a szivárgó fanedvfolyások szintén növelik a növény csapdázó képességét (KOVÁCS 1985). A hidrofób levélfelszínek többnyire tiszták maradnak a viaszbevonat révén (lótuszhatás); a növényi trihómák szintén csökkentik a gombaelemek (főként a gloiospórák) megtapadási esélyét. A kiülepedés különböző típusait a 3. ábrán (3. sz. melléklet) foglaltam össze.

2.3.6. A visszaszóródás

A visszaszóródás alatt az egyszer már csapdázott elemek másodlagos emissziója értendő, amely a spóra légköri terjedésének utolsó szakasza. Egyes szerzők (EDMONDS 1979) nem tesznek említést a visszaszóródásról; nézetük szerint a kiülepedéssel lezárul a légköri terjedés. Részben ennek a nézetnek köszönhető, hogy a levélzetről lesodródó gombaelemekről szinte semmi ismeretünk nincs (CARROLL 1981). A turbulens légáramlatok újra- és újra felemelik és/vagy lebegtetik a leülepedett könnyű spórákat. Az ilyen, korábban már lerakódott részecskék akár hónapokkal, évekkel később, egy másik évszakban is visszatérhetnek a

légkörbe (MUTHIAH és KAGEN 2002). A visszaszóródott pollen és spóra felismerése levegőmintákban összetett feladat, melyre az elem fizikai állapotából, időjárási adatokból, a kísérő szennyeződések, és virágzási szezonon kívüli pollentípusok jelenlétéből lehet következtetni. Arizona sivatagos területein kimutatták, hogy a levegő pollentartalmának 11 %-a visszaszóródásból származik (O'ROUKE 1990). Könnyű belátni, hogy e visszaszóródás nélkül a spóra- és pollenszezon jelentősen lerövidülne. E folyamatnak a spóra túlélése szempontjából is fontos szerepe van: a nem gazdanövényen kiülepedett növénykórokozó gombaelem egy újabb adandó alkalommal folytathatja az útját. Az egyszer már lerakódott gombaelemeket elmozdíthatják különböző környezeti hatások, melyek részben azonosak a kiszóródás esetében felsoroltakkal. A visszaszóródás típusai:

Kifújás („wind-off"): A kiszóródás fejezetben tárgyalt esettől annyiban tér el, hogy kisebb szélerősség is elegendő a gombaelem elmozdításához (ennek okai a következők: a konídium nincs rögzülve a konídiumtartón; a spórák kiszáradtak, a láncok lerövidültek a szállítódás során). A levélfelszínről kis mennyiségben folyamatosan lehámló és hulló, mikroszkopikus szövetdarabok, elhalt és élő gombaelemek, zuzmó telepdarabok a fák alatt enyhén emelik a légköri elemszámot („micro litter fall").

Söprő hatás („fluttering"): A szomszédos levelek egymást súroló hatása, mely során erősen odatapadt spórák is visszaszóródhatnak a légkörbe. A szakirodalom a visszaszóródás egyik nem bizonyított, elméleti lehetőségeként tárgyalja. Mivel sűrű növényállományon belül a levegő áramlása lelassul, az itt található kórokozó gombaspórák kiszórását nagyrészt a növényzet súrlódása és a bolygatás végzi (BAINBRIDGE és LEGG 1976, MCCARTNEY et al. 1983).

A visszaszóródás valamennyi esetben kizárólag passzív folyamatként zajlik le. Az elsődleges, aktív vagy passzív spóraszóródással (gravitációs kihullás, cirruszképződés) gyakran csak néhány milliméteres távolságra jutó spóra nagy távolságú szállítódására a visszaszóródás során nyílik lehetőség. Ezt a folyamatot számos gomba esetében tapsztalhatjuk (JARVIS 1962b, SMITH 1966), jellemzésére a „**kétlépcsős terjedés"** kifejezést tartom megfelelőnek.

2.4. A légkör gombafajegyüttese

Mielőtt rátérnék a légköri gombafajegyüttes részletes tárgyalására, szükségesnek tartom, hogy a dolgozat címében is szereplő kifejezés meghatározására röviden kitérjek. Fajegyüttesnek nevezünk „bármely szabadon választott összetételű élőlénycsoportot, amelyet valamely szempont szerint egyszerre vizsgálunk egy adott habitatban" (SZENTESI és TÖRÖK 1997). **A**

légköri gombafajegyüttes (a légkör spóraösszetétele, aeromycobiota) az egy adott időben, egy adott légtérben (levegőmintában) előforduló fajok gombaelemeinek összességeként értelmezhető. A fajegyüttes tehát nem tévesztendő össze a társulással, mely utóbbiban a fajok között bizonyítható kapcsolat alakul ki (SZENTESI és TÖRÖK 1997).

A levegő spóraösszetétele akár térben, akár időben igen változékony, mely a nyitott (LACEY 1981. HJELMROOS 1993) illetve a zárt (SALVAGGIO 1986) légtérben az alábbi tényezők hatására alakulhat ki: (a) évszak, (b) napszak, (c) időjárás, (d) földrajzi elterjedés, (e) az ökológiai tényezők (élőhely és annak élő és élettelen hatásai) végül (f) a spóra és a spórát termelő gomba ill. a gazdanövény jellemzői.

2.4.1. Az időjárás hatása a légkör spóraösszetételére

A légköri gombaelemek koncentrációját befolyásoló környezeti tényezők nagy része meteorológiai hatás (JONES és HARRISON 2004). A terjedésükhöz hasonló időjárási feltételeket igénylő spórák egyszerre jelennek meg a levegőben. Az időjárástól függő fajegyüttes változásra már a legkorábbi levegőmikológiai feljegyzésekben találunk említéseket, melyek éles különbsége bárki számára szembeütköző, de csak a Hirst-típusú csapda alkalmazásával váltak egyértelműen bizonyíthatóvá. A nedves és a száraz légkör spóraösszetételének („dry-air spora” és „wet-air spora”) leírása HIRST (1953) dolgozatából ismert, melyben a szerző naplószerű közli a párhuzamosan vezetett időjárásra vonatkozó megfigyeléseit és a spóratípusok előfordulását. A későbbi szakirodalomban gyakran találhatunk utalásokat a további alcsoportok létezésének lehetőségére. AYLOR (1990) a száraz időjárásra jellemző légköri spóratípusokat már kettős tagolásban sorolja fel: az aktív (higroszkópikus és aszkospóra) szórással terjedő, főként növénykórokozó gombákra, és a passzív (szél és gravitáció) módon légkörbe jutó egyéb spórákra.

A **száraz időjárásra** jellemző, nappali mintákat a *Cladosporium*-fajok túlsúlya jellemzi, elérve akár az összes gombaelem szám 93 %-át is. A *Cladosporium* átlagos koncentrációja 5000 db/m^3, de elérheti a 240.000 db/m^3-t is. Az *Alternaria* a második leggyakoribb spóra, melynek mennyisége azonban jelentősen alacsonyabb (50-150 db/m^3) (DAVIES et al. 1963, LACEY 1981), míg a harmadik és negyedik helyen a *Penicillium*- és *Aspergillus*-fajokat találhatjuk (HYDE és WILLIAMS 1949, RICHARDS 1954, HUDSON 1969). A nagy mennyiségben csapdázott gombaelemek egy része lánc (*Aspergillus*, filloplán *Cladosporium, Monilia, Penicillium, Syncephalastrum*) vagy spórafelhők (*Ustilaginales*) formájában száll, ezért koncentrációjuk igen magas lehet. A kevésbé gyakori, nem tömegesen szálló gombaelemek mennyisége általában 1-50 db/m^3.

Nedves időjárásban a szakirodalom számos gombaspóra esetében koncentráció növekedésről számol be [*Valsa leucostoma* (BERTRAND és ENGLISH 1976), *Pyrenopeziza brassicae* (CHEACH et al. 1982), *Mycosphaerella fijiensis* (MEREDITH et al. 1973), *Eutypa armeniacae* (PEARSON 1980, PETZOLDT et al. 1983), *Gymnosporangium juniperi-virginianae* (PEARSON et al. 1980), *Phoma exigua* (CARNEGIE 1980), *Septoria nodorum* (GRIFFITHS és AO 1976), *Cytospora* (KAMIRI és LAEMMLEN 1981), *Rhynchosporium secalis* (STEDMAN 1980c,d), *Botrytis squamosa* (SUTTON et al. 1978), *Tranzschelia discolor* (CARTER et al. 1970), *Puccinia arachnidis* (SAVARY és JANEAU 1986)]. A tömlősgombák, valamint a *Didymella*-és a *Sporobolomyces*-fajok spórái gyakran igen nagy mennyiségben szóródnak ki a légkörbe.

2.4.2. A napszak hatása a légkör spóraösszetételére

A légköri koncentráció 24 órás alakulását kifejező görbék változatai szerint öt különböző típusba sorolhatjuk a gombaspórákat (SREERAMULU 1959): reggeli (07-10 óra közötti) déli (10-16 óra közötti), kettős (08-10 és 14-18), esti (20-22 óra közötti), éjszakai (02-04 óra közötti). A légköri spóratípusok napszakos koncentráció-változásáról, valamint a napszakokra jellemző spóraösszetételről számos adat áll a rendelkezésünkre (GREGORY 1961, KRAMER et al. 1964, PINTÉR és KLATSMÁNYI 2001).

Reggeli (07-10 óra közötti) maximális koncentráció: *Cercospora spp., Cordana musae, Corynespora cassiicola, Deightoniella torulosa, Epicoccum spp., Gymnosporangium (aecidiospora), Nigrospora spp., Phaeotrichoconis sp., Polythrincium trifolii, Phytophtora infestans, Pyrenopeziza brassicae, Trichoconis padwickii.*

Déli (10-16 óra közötti) maximális koncentráció: *Alternaria sp., Aureobasidium, Beltrania, Botrytis, Cladosporium, Curvularia, Dendryphyella, Erysiphe, Helminthosporium, Memnoniella, Periconia, Periconiella, Pithomyces, Pseudocercospora, Spegazzinia, Stemphylium, Tetraploa, Torula.*

Kettős (08-10 és 14-18 óra közötti) maximum: *Alternaria, Cladosporium, Curvularia, Epicoccum, Fusidium, Helminthosporium, Memnoniella, Periconia, Pithomyces, Tetraploa,*

Esti (20-22 óra közötti) maximális koncentráció: *Spegazzinia,* „tetraspora-típus”, *Ustilaginoidea virens, Taphrina.*

Éjszakai (02-04 óra közötti) maximális koncentráció: *Corticium, Daldinia, Fusarium, Pyricularia oryzae, Puccinia* (aecidiospora), aszkospórák, fuziform spórák. (MEREDITH 1962, HIRST 1953, SREERAMULU 1959, SREERAMULU és RAMALINGAM 1966, SHENOI és RAMALINGAM 1975, LACEY 1979). Az éjjel készült minták tárgylemezeit a nagy

mennyiségben (10^5-10^6/ dbm^3) szóródó *Sporobolomyces* spórák vörösre színezhetik (HIRST 1953, GREGORY és SREERAMULU 1958). A színes és színtelen bazidiospórák adják az éjszakai spóratípusok 18-56 %-át (HYDE és ADAMS 1960, LACEY 1962, DAVIES et al. 1963). Az éjszakai spóratípusok második legnagyobb csoportját, (18 %) az aszkospórák alkotják.

A napi dinamika a gombák terjedésében döntő szerepet kap. A spóraszóródás adott napszakra időzítésével a spóra megfelelő légköri viszonyok közé juttatható, olyan környezetbe, amelyben a spóraszórás és a terjedés mechanizmusa, valamint a gombaelem csírázásának szempontjából a legkedvezőbb. A spóra túlélése és terjedése adott sugárzás- és páratartalom-szinten, adott légmozgás mellett biztosított. Valamennyi napszakot sajátos meteorológiai környezet jellemez, ily módon **egy napszak spóraösszetétele gyakran megfeleltethető egy időjárási helyzet spóraösszetételével** (például: az éjszakai spóraösszetétel azonosnak tekinthető a nedvesség hatására kialakuló spóraösszetétellel, mely azonban nappal, esőben is jelentkezhet, hasonló minőségi és mennyiségi jellemzőkkel, mivel az ilyen aktív szóródás feltétele a magas páratartalom). Így tehát a napszak szerinti csoportosítás a gyakorlat szempontjából jelentőséggel bír ugyan, de csak az időjárási viszonyokon keresztül értelmezhető.

2.4.3. Az évszak hatása a légkör spóraösszetételére

Az évszakos (szezonális) spóraösszetétel változhat az azonos időben spórát termelő és kibocsátó gombafajok szerint, mely függ a gomba és a gazdanövény fenológiájától, valamint az évszakra jellemző időjárástól. A mérsékelt éghajlati övben a vegetációs időszak közepére ill. végére (június-augusztus) tehető a külső térben mérhető legmagasabb spórakoncentráció. A szaprotróf gombák spóraszezonját elnyújtott-elmosódó, míg a növénykórokozó gombák spóraszezonját élesebben elhatárolódó görbék rajzolják ki (pl.: aszkospórák kora tavasz, *Oidium* június-július, *Polythrincium* augusztus-szeptember, *Helminthosporium* július-augusztus, *Penicillium* ősz és tavasz, *Pullularia* május, *Phoma* április (HYDE és WILLIAMS 1949). HAMILTON (1959) a gombaelemek legmagasabb légköri koncentrációja idején mért hőmérséklet szerint állapította meg a szezonális sorrendet. A pollennaptárak mintájára elkészített allergén spóranaptárak általában 5-10 gombafaj légköri elemeinek koncentrációgörbéjét ábrázolják több éves adatok átlaga alapján.

2.4.4. A földrajzi környezet hatása a légkör spóraösszetételére

A spóraösszetétel földrajzi megoszlásáról igen kevés értékelhető eredmény áll a rendelkezésünkre. Az európai országok légkörének spóraösszetétele közötti különbségeket

WILKEN-JENSEN és GRAVESEN (1984) munkájából ismerjük, akik 11 ország adatait hasonlították össze (Finnország, Svédország, Norvégia, Dánia, Anglia, Hollandia, Belgium, Svájc, Németország, Franciaország, Olaszország). Hasonló feldolgozást közöl a világ egyes térségeire vonatkozóan LACEY (1981).

A **hideg éghajl**aton nagyobb mennyiségben találhatók a levegőmintákban a tömlős- és kalaposgomba spórák (Boletaceae, Russulaceae), itt az aszko- és a bazidiospórák a teljes gombaelem koncentráció 70 %-át teszik ki, míg más éghajlati övek légkörében a teleomorf spórák csupán 40 %-át adják a teljes gombaelemszámnak. E sarkvidék közeli területek összes spóraszáma ritkán haladja meg a 10.000 db/m^3-t (RANTIO-LEHTIMÄKI 1977). Az északi országokban feltűnően magas a *Helicosporium* és a *Myxomycetes* spórák részaránya.

A **mérsékelt éghajlaton** a *Cladosporium* túlsúlya igen kifejezett a meleg nyárral rendelkező kontinentális területeken. A melegebb égövi sztyeppék légterében viszont a *Cladosporium* részaránya csökken, helyette az alternáriák térnyerése figyelhető meg, mellette az *Aspergillus-*, *Curvularia-*, *Fusarium-*, *Helminthosporium-* és a *Nigrospora*-nemzetség konídiumai fordulnak elő jelentősebb mennyiségben. A száraz kontinentális éghajlaton a nagy konídiummal rendelkező Dematiaceae-nemzetségek és az *Aspergillus niger* fokozottabb előfordulását figyelték meg. A mediterrán térségekben az *Alternaria* és *Pithomyces* konídiumok, valamint az üszöggomba spórák nagy számát érdemes megemlíteni (a skandináv és mediterrán levegőminták spóramennyisége között meglepően kevés a különbség, és a szezonkezdet is csak enyhe eltolódást mutat a déli területek javára). A szubtrópusi éghajlat alatt az *Alternaria*, az *Epicoccum*, a *Fusarium* és a *Stemphylium* koncentrációja kiemelkedő (LACEY 1981).

A **trópusi éghajlaton** az esőerdők levegőjében a Basidiomycetes, valamint a *Deightoniella, Memnoniella, Monilia, Periconia, Pithomyces*, és a *Zygosporium*-nemzetség gyakori. A csapadékosabb trópusi szavannák légkörét a *Curvularia-* és a *Nigrospora*-fajok népesítik be (SANDHU et al. 1964, AGARWAL et al. 1974, HARIRI et al. 1978, TILAK és SRINIVASULU 1967, GUPTA et al. 1960). A sivatagokban az alacsony spóraszám jellemző (Kuvait: 400-700 db/m^3), azonban igen hangsúlyos az *Aspergillus/Penicillium* eredetű gombaelemek, valamint a *Cladosporium* aránya.

A **magashegységek** légköri gombaelemszáma alacsony, sokszor csíramentesnek tekinthető. Ennek oka a fagy és az ultraibolya sugárzás, a szárazság, és a vegetáció hiányán túl a szél erős kifúvó, hígító hatása. A völgyekben átlagosan 2,6-szor magasabb a levegő spóraszáma; ez a szélvédett, kedvező mikroklímájú környezetnek, a növényzet, a patakok, a vízerek jelenlétének köszönhető (LACEY 1962). Itt az aszkospórák száma 5-ször, a bazidiospórák száma 3-szor, míg a konídiumok száma csak 1,4-szer több, mint a hegység

magasan fekvő részein vett levegőmintákban. A **tengerparti** levegő 25 %-al kevesebb spórát tartalmaz, mint a kontinentális (PEAT et al. 1993, CORDEN et al. 2003. A szürkepenész (*Botrytis*) és a Basidiomycetes-spórák légköri koncentrációja a tengerparti területeken enyhén magasabb. A **városi** légkör átlagosan 50 %-al kevesebb spórát tartalmaz, mint a vidéki, a legmagasabb gombaelem koncentráció a füves sztyeppék és mezőgazdasági területek felett mérhető (LACEY 1981).

2.4.5. Az ökológiai környezet hatása a légkör spóraösszetételére

A gomba ökológiai környezete alapján megkülönböztetünk külső téri és belső téri fajegyütteseket.

A **külső téri fajegyüttesek** irodalmi áttekintését terjedelmi okok miatt csak a saját vizsgálataimban is szereplő szőlőültetvények bemutatására korlátozva mutatom be. A szőlőültetvények levegőjének spóraösszetételét eddig három alkalommal vizsgálták (CORBAZ 1972, DIAZ et al. 1998, PICCO 1992) melynek során az alábbi taxonok előfordulását közölték: „*Agrocybe, Alternaria, Arthrinium, Botrytis, Cerebella, Chaetomium, Cladosporium, Curvularia, Fusarium/Leptosphaeria, Helicoma, Helminthosporium*-típusú konídiumok, *Melanospora, Oidium, Paraphaeosphaeria, Pithomyces, Plasmopara, Pleospora, Puccinia, Sporormiella, Stemphylium, Tetraploa, Tilletia, Torula*, Xylariaceae, *Zygophyala”* (DIAZ et al. 1998); „*Alternaria* sp., *Botrytis cinerea, Cladosporium* sp., *Coelosporium senecionis, Leptosphaeria* sp., *Plasmopara viticola, Polythrincium trifolii, Uncinula necator”* (CORBAZ 1972); „*Alternaria, Cladosporium, Botrytis, Epicoccum, Rhyzopus,* Peronosporaceae” (PICCO 1992). [További külső téri légköri gombafajegyüttesek részletes meghatározását végezték el az alábbi szerzők: CORBAZ (1969) búzatáblában, JARVIS (1962b) málna-, MEREDITH (1962) banánültetvényben, KALLIO (1971) a vörösfenyő feldolgozása során, MATHIESEN-KÄÄRIK (1955), HENNINGSSON (1980), THÖRNQUVIST és LUNDSTRÖM (1980) erdészeti munkálatok alkalmával.]

A **belső téri fajegyüttesek**et többnyire a zárt tér környezeti viszonyai befolyásolják, de többé-kevésbé kapcsolatban állnak a külvilággal. Jelentős eltérések lehetnek a légáramlás, a relatív páratartalom, és a hőmérséklet tekintetében. Jellegzetessége, hogy ritkán jönnek létre lamináris áramlások (ha vannak, ezek a külső szélirránnyal ellentétesek), inkább légörvények keletkezésére van példa, melyet az egyes pontok fokozott hősugárzása (pl. fűtőtestek), a bent tartózkodók mozgása, vagy az egyes pontokon elhelyezett légmozgató berendezések váltanak ki. A belső téri légörvények nem cserélik a tiszta és a spórákat tartalmazó légtömegeket. A légcserére szolgáló berendezések a kültéri fajegyüttessel gazdagítják a belső légteret. A külső

térben kevesebb élő spóra található, mint az épületekben, ennek oka elsősorban a kiszáradás és a sugárzás („Open Air Factor”, DRUETT 1973). A ház körüli tevékenységek- tüzelőfa behordása, söprés, ágyazás, pinceajtó nyitogatása stb. 10-17-szeres spóraszám növekedést okozhat a légkörben (REPONEN et al. 1992, MAUNSELL 1954). A belsőtéri spóracsapdák (padlószőnyeg, matrac) nagy mennyiségű allergént halmoznak fel (DAVIES 1960). Az itt található poratkák táplálkoznak a penészgyepeken, melyek növekedéséhez az atkákból származó szerves anyag is hozzájárul. A levegő spóraszennyezettsége még gyakran tisztított helyiségekben is eléri a 25 db/m^3 koncentrációt (FAVERO 1966). A belsőtéri levegőben található gombaspórák és az allergiás tünetek közötti összefüggés felismerése STORM van LEEUWEN (1925) nevéhez fűződik. Megfigyelése szerint a lakásban található gombatelepek és az ágymatracban lerakódott házipor vizsgálatával következtethetünk a belsőtéri levegő gombafajegyüttesekére (ezt az általa javasolt alapelvet követi számos mai kutatócsoport is). Az egyes lakások között kisebb különbség mutatható ki: régebbi épületekben a *Sistotrema brinkmannii* és a *Stachybotrys atra* nagyobb koncentrációt érhet el (DAVIES 1960, SAVORY és CAREY 1979, SORENSON et al. 1987). A penészes épületekben a gombák (pl. *Stachybotrys*) által termelt anyagok a rosszul szellőző helyiségekben tartozkodóknál általános közérzetromlást, rosszulléteket, figyelemcsökkenést („Sick Building Syndrome”) okoznak (TUOMI et al. 2000). Közegészségügyi szempontból gyakrabban kutatott zárt légterek a lakások, az iskolák, az óvodák, a munkahelyek és a gyógybarlangok (NOBEL és CLAYTON 1963, SOLOMON et al. 1978). Megemlítendő a levéltárak és a műemlékek levegőbiológiai vizsgálatának gyakorlata is (MANDRIOLI és CANEVA 1998).

A növényvédelmi vizsgálatokban főként raktárak, üvegházak, malmok és egyéb feldolgozóüzemek levegőmikológiai ellenőrzését végzik. Bizonyos feldolgozó ipari tevékenységek során sajátságos munkahelyi levegőminőség alakul ki, melynek fontos részei lehetnek a gombaspórák, ezek nagyobb koncentrációt elérve munkahelyi ártalmakat okozhatnak. A farmerek tüdőbetegségét a penészes szalma mozgatásakor kiszóródó nagy mennyiségű gombaelem ($1{,}6\times10^9$ spóra/m^3) váltotta ki (LACEY és LACEY 1964). A gombaelemek a bálák belső felmelegedése során szaporodtak fel, és azok bolygatásával szóródtak a légkörbe. A tárolás körülményeitől függően a légkör spóraösszetétele is átalakult. (GREGORY et al. 1963, FESTENSTEIN et al. 1965, LACEY 1971a,b).

2.4.6. A spóra, a gomba ill. a gazdanövény hatása a légkör spóraösszetételére

A **spórák morfológiai tulajdonságai** szoros összefüggésben vannak a gomba ökológiájával. Az UV sugárzás és a gombák színanyagtartalma közötti összefüggés azzal magyarázható,

hogy a karotinoid pigmentek növelik a mikroorganizmusok túlélési esélyeit (LAST és DEIGHTON 1965). A sötét színű, nagyméretű, több sejtből álló spórák a hosszabb idejű, erősebb napsugárzás ellenére is életképesek maradnak. E spóratípus főként nappal szóródik ki, hosszabb és magasabb légköri szállítódást is elvisel, élőhelye többnyire a levélfelszín (korompenészek). A színtelen gombaelemek este, éjszaka vagy korán reggel jutnak a légkörbe. GREGORY (1961) megkülönböztetett nagyméretű, sokszor hosszúkás vagy fonalas alakokat („impaktor"), melyek gyorsan kitapadnak a lombozaton, és így rövidebb ideig tartózkodnak a levegőben (4. ábra, 3. sz. melléklet). Az apró, gömbölyű („penetrátor") alakú spórák viszont hosszabb ideig lebegnek, kisebb a súrlódásuk, a zártabb vegetációba is könnyebben behatolnak. Az előbbi csoportra példa az *Alternaria* vagy a *Cercospora*, míg az utóbbira a *Penicillium* és a *Phoma*. A gömbölyű alak, és a 10 μm körüli méret a leggyakoribb a spórák esetében, amely a légköri terjedés számára kedvező aerodinamikai feltételeket biztosít. A nagy spóra viszont gyorsabban ülepedik, hamar kitapad, és több tartalék tápanyagot hordoz. A hosszúságot megnövelő függelékek, vagy a láncszerkezet a spórát „impaktorrá" alakítják, mely a fentiekben már említett előnyökkel jár a lerakódás során. Az elágazó konídiumalakok a vízben való lehorgonyzást teszik lehetővé. A talaj közelében sporuláló gombák konídiuma általában kisebb, míg a levélzeten élő fajoké nagyobb. MASON (1937) a hidrofób, barnás, tüskés felszínű gombaelemeket (xerospora) különböztette meg a hidrofil, gyakran nyálkaburokkal vagy függelékkel rendelkező spóráktól (gloiospora). A gloiospórák általában esővel vagy rovarokkal terjednek; viszont a szél is szállíthatja a kiszáradt elemeket (pl. *Trichoderma*). A mintázatok, tüskék hatására a légellenállás nő, a spóra légköri szállítódása hosszabb ideig biztosított, a felületeken való rögzülés erősebb. A spórafüggelékek alakja szintén utalhat a gomba élőhelyére. NAG RAJ (1993) hat függeléktípust különböztet meg a gomba élőhelye alapján (szárazföldi, vízi, vízközeli, vízalatti, tengeri, sóstói, koprofil).

A spórák előfordulhatnak csomók, egyenes, illetve elágazó láncok formájában. Az **összetapadt spórák** széllökések vagy bolygatás hatására jutnak a légkörbe, azonban gyorsabban kitapadnak, mint a magános spórák, az ülepedési sebességük viszont csökken a szemcsék közét kitöltő levegő, és a szabálytalan alakból eredő légellenállás miatt (LACEY 1991). A konídiumláncok ülepedéskor függőleges helyzetet vesznek fel, így aerodinamikai átmérőjük és súrlódásuk alig nagyobb, mint egy magános spóráé. A láncok erős kapcsolatról tanúskodik az, hogy bár a magasabb légrétegben folytatott csapdázás alkalmával is előfordultak, de a talajmenti légrétegben gyakrabban kerültek elő (MAGYAR et al. 2003). A lánc impaktor tulajdonságú részecske, vagyis alkalmas a lombozaton való megtapadásra. Az összetapadt gombaelemek a forrás közelében rakódnak le, vagyis a helyi növényegészségügyi

járványok kialakulásában van szerepük (AYLOR 1990). A spóraaggregátumok jelentős mennyiségű allergént tartalmaznak, ezért az immunrendszer számára nagyobb kihívást jelentenek (LACEY 1991).

A kiszáradások és sérülések nyomán töredezett-**aprózódott** gombaelemek rákenődhetnek a légkör kisebb mérettartományú (1-2 μm) összetevőire (pl. szállópor). Az elhalt spóráknak nincs növényvédelmi jelentősége, azonban közegészségügyi vonatkozásaikat érdemes figyelembe venni. A tüdő szabad behatolási régiójának első szakaszába, a felső légutakba a 7 μm feletti részecskék is bejuthatnak (a legelterjedtebb allergén gombaelemek esetén ezek az *Alternaria, Drechslera, Epicoccum, Stemphylium*). A 4,7-7 μm közötti részecsketartomány kiülepedése a trachea területére esik (*Candida, Chaetomium, Cladosporium*, bazidiospórák, *Botrytis, Fusarium, Monilia, Mucor, Stachybotrys, Torula, Ustilaginales*), míg ennél mélyebbre csak a kisméretű spórák (3,3-4,7 μm, *Aspergillus, Phoma, Penicillium*) jutnak be. A bronchusok és alveolusok szintjét feltételezhetően csak gombatöredékek, vagy allergénjükkel szennyezett finom por frakció érheti el (<3,3 μm). Az akut tünetekért általában az 5 μm-nél nagyobb, míg az idült reakciókért az ennél kisebb spórák felelősek. A légúti kiülepedést természetesen a belélegzett levegő össztérfogata is módosítja. A kiülepedett frakció 2,1 m^3/h légvételi sebesség esetén maximális, amely az orrlégzés és a kombinált orr-szájlégzés átváltási pontja a fokozódó fizikai igénybevételkor. Ez esetben főként a mélyebb légúti régiók terhelése növekszik meg (SALMA et al. 2002). A tüdő, mint spóracsapda kutatására számítástechnikai-aerodinamikai modelleket, a tüdő közvetlen vizsgálatát, és az emberi légzőrendszert szimuláló mesterséges eszközöket, pl. Andersen légmintavevőt alkalmaznak.

A **gazdanövény** szintén befolyásolja a gombaelemek terjedését. A növény föld feletti részein igen eltérő lehet a nedvesség mértéke, a ráeső napsugárzás, a függőleges hőmérsékleti gradiens, a páratartalom, a szélnek való kitettség, mely függ a levél méretétől és nedvesíthetőségétől, a lombozat alakjától, a lombszint magasságától és helyzetétől. Az alsóbb levélszinteket kevésbé érinti az esőcseppek becsapódása, több órás késéssel száradnak ki, mint a felsőbb részek. A növényzet felsőbb levélszintjén található telepek spórakészlete előbb fogy ki, míg a talaj közeli leveleket kevésbé érinti a defláció (ROTEM 1994, AYLOR 1990). A felsőbb levelekről kiszóródó spórák az alsóbb levelekre rakódnak. A fenti okok miatt a legtöbb spórát a lombozat középső és alsó részein találhatjuk. A légköri spórakoncentráció nagyobb növényállományokban csak akkor kezd növekedni a csapadék hatására, ha a heves és sokáig tartó esőzés eléri a gombával fertőzött alsóbb levélszinteket (FITT et al. 1985). Közepes szélerősség esetén a *Phytophthora tabacina* sporangiumok 15 %-a jutott ki a levélzet közül a légkörbe (AYLOR és TAYLOR 1982). A spóraszám a nyolc nappal korábbi levélfoltok

számával és a növény életkorával is összefüggést mutatott (LATHAM 1982). Az obligát biotrófok esetén a maximális légköri spóraszám az élő növényzet felett alakul ki (COHEN és ROTEM 1970). A gazdanövény kiszáradása egyes biotróf gombák esetén spóraszóródást vált ki, mely a késő őszi időszakban olyan mértékű lehet, hogy elfedheti a meteorológiai összefüggéseket (MARCHEGAY et al. 1990). Az *Alternaria brassicicola* a *Brassica oleracea* betakarítása közben, illetve a származadványok kiszáradása során éri el az éves légköri koncentráció csúcsát. Az ezt megelőző időszakban az esőzések, és a rákövetkező nap magas hőmérséklete alakít ki magas spórakoncentráció értékeket (HUMPHERSON-JONES és MAUDE, 1982).

(A levegőmikológia tárgykörét érintő egyéb témákról az alábbi szemlecikkekben tájékozódhatunk: BASSETT et al. 1978, BENNINGHOFF 1991, BLACKWELL 1992, DIMMICK és AKERS 1969, EDMONDS 1979, FRENGUELLI 1998, GOVI 1992, GREGORY és MONTEITH 1967, HIRST 1991, JEGER 1999, LACEY 1988, MAGYAR és SZÉCSI 2002, MALLOCH és BLACKWELL 1992, PONTI és CAVANNI 1992, MANDRIOLI et al. 1998, MOULTON 1942 , NILSSON 1983, SHORT 2000.)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

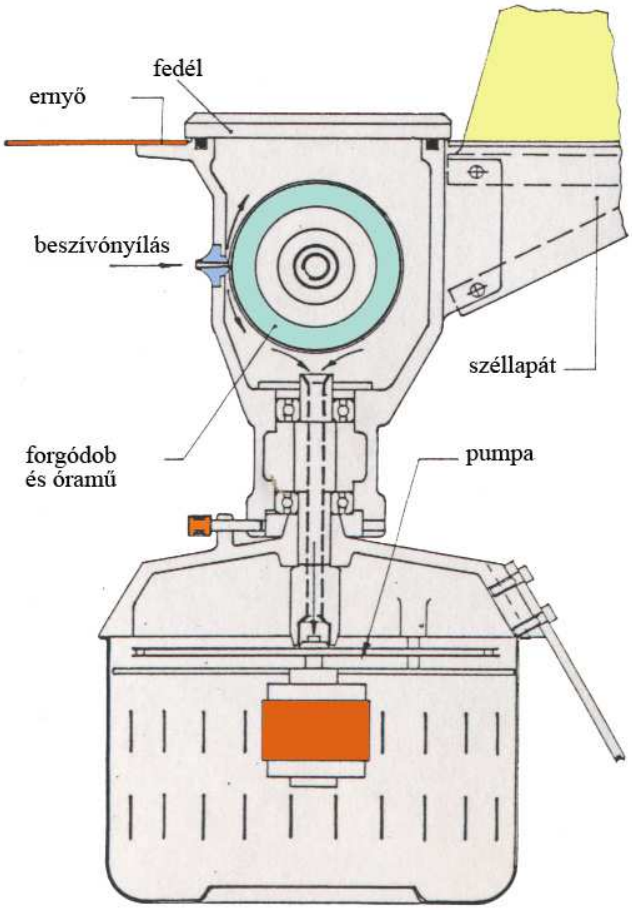
3.1. Hirst-típusú levegőmintavevők

A levegőmintákat **Hirst-típusú** térfogatos spóracsapdával készítettem (HIRST 1952). E módszert világszerte szabványműveleti eljárás szerint alkalmazzák a 0,5 és néhány száz mikron közötti mérettartományba eső biológiai eredetű részecskék kimutatására a légkörből (LACEY 1995). A készülék (5. ábra) egy nagy teljesítményű levegőszívóból és egy óraszerkezet által mozgatott hengerből áll. A folyamatosan szélirányba forduló csapda belsejébe a 14 mm széles és 1,7 mm magas nyíláson át beszívott levegő az áramlás irányára merőleges felületnek csapódik, mely egy forgódob palástjára erősített, ragadós anyaggal (szilikonolaj) előkezelt 2 cm széles szalag (Melinex-szalag). Itt tapadnak meg a légkörben szálló gombaspórák, pollenszemek és egyéb részecskék. Az átszívott levegőmennyiség percenként 10 liter, naponta 14,4 m^3 levegő áramlik át a készüléken, amely megfelel az emberi légvétel térfogatának. A forgódob óraszerkezet segítségével 2 mm/óra sebességgel halad, azaz egy nap alatt 48 mm-t fordul, 7 nap alatt pedig egy teljes fordulatot tesz meg. Az egy napos mintavételt hordozó 48 mm-es méretre vágott szalagdarabok tárgylemezen, paralózanilines beágyazó anyaggal lezárva hosszú ideig eltarthatók. Az átszívott levegőmennyiség részecsketartalma 14×48 mm-es területen tapad ki. A levegőmintavevő készülékek elhelyezésének szempontjait nemzetközi irányelvek szabályozzák. A magas építmények a mintavételi kör kisebb-nagyobb részét leárnyékolják, ezért az egyik fő szempont az, hogy a pollencsapdának a környezetében lévő fáknál és épületeknél magasabban kell üzemelnie. Ellenkező esetben aránytalanul sok pollen kerülhet a csapdába a fák virágzásának idején.

A hordozható Hirst-típusú mintavevőben egy sínpárt mozgat az óraszerkezet, melybe elhelyezhető egy vazelinnel bevont tárgylemez. Feltölthető elemei 24 órás folyamatos mintavételezést biztosítanak. A percenként átszívott levegő mennyisége, a beszívónyílás mérete és a mintavevő felület elmozdulása megegyezik a Hirst alapelven működő készüléknél leírtakkal.

Az európai levegőbiológiai hálózatok állomásai által javasolt leolvasási módszert követtük. A gombaelemek számlálásakor a szalag széleitől 6-6 mm távolságra lévő 2 db 0,5 mm keresztmetszetű sávot vizsgáltam meg; a *Cladosporium* esetében minden 2 órás sávban 2 db 0.25×0.25 mm méretű látómezőben állapítottam meg a konídiumszámot. A ritka

gombafajok fellelése érdekében a teljes lemezterületet is áttekintettem. A spóraszámot 6 órás és 24 órás szakaszonként összegeztem. Az adatok helyességét ismételt leolvasással ellenőriztem.



5. ábra: A Hirst-típusú 7-napos spóracsapda működési elve.

A gombaelemek alakjukat, mintázatukat, színüket stb. tekintve igen változatosak, de azonosításuk mégsem mindig könnyű feladat. A szabad spórák különböző rendszertani szinteken határozhatók meg, melyeket az alábbi csoportok szerint állapítottam meg:

Faj szinten:

Faj (pl.: *Diplocladiella scalaroides* G. Arnaud ex M.B. Ellis): Fajszinten azonosítható a jellegzetes spóra alapján. [pl. herbáriumi anyagból (Magyar Természettudományi Múzeum Növénytára), ill. összehasonlító anyag gyűjtéséből és meghatározásából (MAGYAR és TÓTH 2003), ill. szakirodalom segítségével].

Nemzetség szinten:

Nemzetség (pl.: *Diplodia*-fajok): Csak nemzetség szintű azonosítás lehetséges.

Nemzetség faj? (pl.: *Dictyodesmium ulmicola* (Ellis & Kellerm.) S. Hughes?): A faj nagy valószínűséggel meghatározható (megfelel a szakirodalomban elterjedt cf. rövidítésnek).
Nemzetség faj ?? (pl.: *Pleospora herbarum* (Pers.) Rabenh ??): A nemzetség azonosítása nem vet fel kétségeket, a faj szintű besorolás bizonytalan, de a nagyfokú hasonlóság miatt mégis említést érdemel.
Faj-típus (pl.: *Alternaria tenuissima*-típus): A nemzetség azonosítása nem vet fel kétségeket, a faj nem határozható meg. A fajnév feltüntetése csupán a morfológiai jellegzetességek pontosabb szemléltetésére, körülírására szolgál.
Nemzetség szint felett:
Nemzetség/Nemzetség (pl.: *Aspergillus*/*Penicillium*): A két gombanemzetség a spóra morfológiai bélyegei alapján nem különíthető el.
Nemzetség-típus (pl.: *Colletotrichum*-típus): A gombanemzetség azonosítása a spóra alapján bizonytalan. A nemzetségnév a morfológiai jellegzetességek pontosabb körülírását szolgálja.
Család (pl.: Diatrypaceae): Csak család szintű azonosítás lehetséges.
Nemzetség? (pl.: *Stereocaulon* sp.?): A nemzetség meghatározásának kérdése még nyitott.
Ismeretlen gombaelem (pl.: fonalas, hialin, sok válaszfalas spórák): A gombaelem meghatározása morfológiai módszerekkel nem lehetséges.
Morfológiai változat (pl.: kiszáradt *Pithomyces chartarum*-konídiumok, *Alternaria*-konídiumlánc): Egy faj vagy nemzetség szinten azonosított gombaelem morfológiai változata.

A közép-olaszországi mintavétel során az Umbria tartománybeli Brufa városa közelében gyűjtött mintákat egy Hirst-féle spóracsapda (VPPS-2000, Lanzoni Co. Ltd., Bologna, Italy). A környék Olaszország hagyományos bortermelő vidékeinek egyike; a szőlőültetvények között levegőbiológiai kutatások céljára 12 méter magas tornyot építettek a Torgiano és az Assisi völgyeit elválasztó domb tetejére (300 m tengerszint feletti magasságban). A jellegzetesen mediterrán környék vegetációját a szőlőültetvények között meghúzódó villák parkjainak dísznövényzete (Cupressaceae, *Quercus*, *Pinus*) egészítette ki, melyet helyenként olajfa (*Olea europaea* L.) ligetek tarkítottak. A mintavétel a szőlő virágzási időszakában, három éven át folyt (1994. május 27. -június 13.; 1995 június 05. -július 03.; 1996 június 13. -június 24.). Az egy-két hónapos, de ugyanakkor kellőképpen változatos időjárási elemeket tartalmazó időszakok kiválasztását több szerző is javasolja (LACEY 1996, LI és KENDRICK1994, 1995b, RICHARDSON 1996, ROTEM 1994, TUROTT és LEVETIN 2001). Néhány gombaelem esetében (*Aglaospora profusa*, *Albugo*, *Drechslera/Helminthosporium*, egyéb *Leptosphaeria*, Peronosporaceae, *Pithomyces*, egyéb *Pleospora*, *Polythrincium trifolii*, *Puccinia* uredospórák, *Cronartium /Melampsora*,

Trichotecium roseum, *Tilletia*, *Triposporium elegans*, *Urocystis*, *Ustilago tritici/nuda*) a vizsgálatot három további szőlőültetvényben is elvégeztem (Casalina, Ormelle, Torgiano). A casalinai és torgianoi mintavételi pontok szintén Brufa közelében helyezkedtek el (Casalina: 1991. június 13-27., magasság: 12 m; Torgiano 1993. május 24. -július 05. magasság: 12 m). Az ormellei mintavétel egy 650 hektáros szőlőültetvényben folyt, a 30 m magas Cantina Sociale épületének tetőteraszán 1996. júniusában (03-23.).

A Perugiai Egyetem munkatársai a levegőminták mellett az alábbi meteorológiai adatokat bocsátották rendelkezésemre: szélsebesség [m/s], szélirány [É, D, K, Ny, É-K, É-Ny, D-K, D-Ny], maximális széllökések [m/s], légköri nyomás [MPa], minimum, maximum, és középhőmérséklet [^{o}C], harmatpont [^{o}C], napi csapadékösszeg [mm], az esőzés időtartama [min], felhőborítottság [%], napsugárzás [Cal], relatív nedvességtartalom [%], köd, napfénytartam [min], párolgás [mm]. A fenti mutatókon alapján további változókat is meghatároztam: az esőzés intenzitása [mm/s]; páratartalom a megfigyelést megelőző első, második, harmadik és negyedik napon (=RH_{d1-4}); napsütéses órák száma a megfigyelést megelőző első, második, harmadik és negyedik napon (=S_{d1-4}); csapadékösszeg a megfigyelést megelőző első, második, harmadik és negyedik napon (=P_{d1-4}); széllökések a megfigyelést megelőző napon, az egymást követő szélcsendes napok száma, az egymást követő csapadékmentes napok száma; az 0,5-, 1,5- és 4 m/s feletti szélsebesség (különböző szélirányokra bontva); az egymást követő szeles (>4 m/s) napok száma.

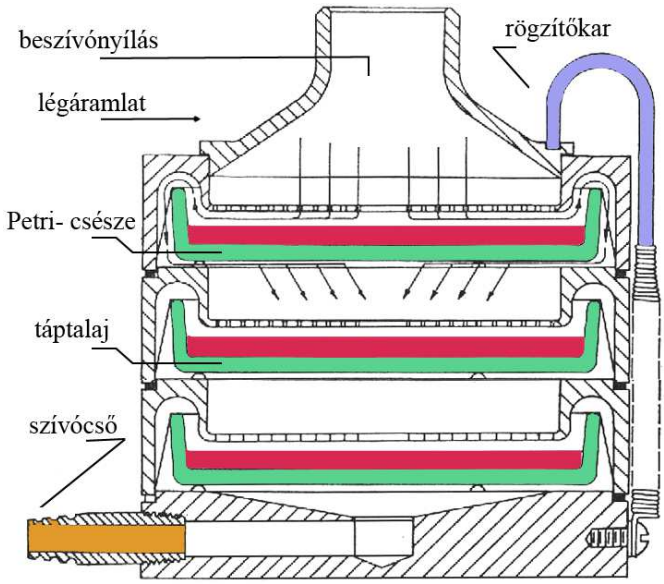
A levegőmintákban található nem gomba eredetű részecskék, a homok- és talajszemcsék, valamint beszáradt víz- és rézgálic permetcseppek jelenlétét vagy hiányát is feljegyeztem; ezek ok-okozati kapcsolatát a spóraszámmal nem volt célom megvizsgálni. Az erre vonatkozó vizsgálatok a légköri környezet jellemzésére, valamint a gombaelemekre és az egyéb részecskékre egyformán ható meteorológiai háttérre világítanak rá. A fenti meteorológiai változókkal együtt összesen 55 környezeti változó adatait rögzítettem. A spóraadatokat napszakokkal (00.00-6.00, 06.00-12.00, 12.00-18.00, 18.00-00.00) is összehasonlítottam a napi koncentráció-dinamika megállapításának céljából.

3.2. Andersen-típusú levegőmintavevő és a fuzáriumok izolálása

Az Andersen-féle levegő mintavevő készülék (ANDERSEN 1958, Andersen Six Stage Viable Cascade Impactor, Lanzoni Co. Ltd., Bologna, Italy) többszintű szűrőrendszerrel rendelkezik, mely az átáramoltatott levegőt az egyre kisebb lyukátmérőjű szűrők alatt elhelyezett Petri-csészék táptalajára ütközteti (6. ábra). A készüléket eredetileg az emberi tüdő behatolási régióinak modellezésére használták, ahol a legnagyobb átmérőjű szűrők a felső légutakkal,

míg a legkisebbek az alveolusokkal feleltethetők meg. Főbb alkalmazási területe a gombák, baktériumok, vírusok kimutatása levegőből ill. pormintákból (pl.: talaj, növénytörmelék, házipor). Kezdeti közegészségügyi alkalmazását követően széles körben elterjedt a növényvédelem területén is, s ma már szinte valamennyi külföldi mikrobiológiai laboratórium alapfelszerelése között megtalálható. Mivel a készülék laboratóriumi körülmények között használatos és 220 V-os hálózati áramforrásról működik, egy általunk elvégzett módosítást követően hordozható formában alkalmassá vált szabadföldi kísérletekre is.

A levegőminták Piliscsabán és Martonvásáron kukoricásban, valamint Pátyon egy csomós ebír (*Dactylis glomerata)* gyepben és egy kukoricásban készültek, 10 és 150 cm magasságban, 10 és 20 perces időtartammal, három szűrősorral (lyukátmérők 1,20 mm, 0,70 mm, 0,35mm). A legtágabb, 1,20 mm-es lyukátmérőjű szűrő a >7 μm részecskék csapdázására szolgál; a 0,70 mm-es szűrő a 7-3,3 μm-be tartozó mérettartomány becsapódásának felel meg, míg a legkisebb szűrő (0,35 mm) a <3,3 μm-es partikulumokat gyűjti össze a becsapódás elve alapján. A levegőminták kora délután (12.00-14.00), napos, száraz, meleg, (28-30 C^o) mérsékelten szeles időben készültek. A levegő átszívás mennyisége az irodalomban leggyakrabban használatos mennyiség, 20 liter/perc volt. A készüléket a mintavételek után alkatrészekre szerelve alkoholos lemosással sterilizáltam. Steril Petri-csészékben *Fusarium*-szelektív táptalajként mycobutanyl-, pepton-dichloran, PCNB-bengálrózsa és malachitzöld-agart alkalmaztam. A 69 db mintát 25 C^o-on, három napig sötétben inkubáltam, majd a megjelenő telepeket megszámláltam. A szelektív táptalajon kifejlődött fuzárium-telepeket átoltottam SNA-táptalajra az izolátumok morfológiai meghatározásához. Az SNA táptalajon növekedő fuzárium-tenyészeteket fényen (12 óra, fekete-fehér fénycső, 25 C^o) és sötétben (12 óra, 20 C^o-on) tartottam 14 napig, a morfológiai képletek megjelenéséig. A fuzárium-tenyészetek sporodochiumaiban képződő makrokonídiumok alakját, nagyságát fáziskontraszt mikroszkóppal figyeltem meg. A másodlagos morfológiai bélyegeket (telep felépítése, színe, növekedésének mértéke) 2 %-os burgonya-dextróz agaron vizsgáltam. A morfológiai vizsgálatokhoz egyspórás tenyészeteket használtam, amelyeket spóraszuszpenzióból készítettem szélesztéssel. Az Andersen-féle készülékkel végzett kültéri vizsgálattal párhuzamosan egy hordozható Hirst-féle mintavevővel is vettem azonos mennyiségű levegőmintákat a fenti légrétegek magasságában a tenyésztéses módszer ellenőrzése céljából.



6. ábra: Az Andersen-típusú spóracsapda működési elve.

3.3. Mézminták

A virág- és mézharmatméz minták vizsgálatának szükségessége egyrészt a rovarok által terjesztett gombafajegyüttesek, másrészt a természetes spóracsapdák kutatása szempontjából merült fel, amely kérdéssel a Vigoi Egyetem (Spanyolország), és a Bolognai Méhészeti Kutatóintézet (Olaszország) egymástól független megkeresésére kezdtem foglalkozni. A mézharmatot fitofág rovarok (elsősorban Homoptera: Rinchota) választják ki, a gazdanövényen folytatott szúró-szívó táplálkozásuk során. A kiválasztott folyadék aminosavakban, fehérjékben, cukrokban és egyéb tápanyagokban gazdag, melyen algák és gombák-, főként az ún. korompenészek képesek nagy számban megjelenni. A mézharmat nyár végén- és ősszel termelődik nagyobb mennyiségben; ekkor méhek és más rovarok gyűjtik és fogyasztják a mézelő virágzatok hiányában. Amennyiben a hozam elér egy meghatározott szintet (a talaj adott m^2-ére adott mennyiségű mézharmat csepp hullik), a méhész a mézharmat betakarítása céljából kaptárakat telepít az erdőbe. Az így nyert termék az igen drága és ritka mézharmatméz (élelmiszeripari nevén édesharmat, mely erdei-, hegyi-, vagy fenyőmézként is ismert). A kereskedelmi forgalomban kapható, ritka ínyencségnek számító mézharmatmézek tölgyről, búzáról, citrusfélékről, fűzről, leggyakrabban pedig fenyőfélékről származnak. Az általam vizsgált minták fenyőfélékről (*Abies alba*, *Picea excelsa*, *Pinus brutia*) és szelídgesztenyéről származnak (*Castanea sativa*), melyeken az alábbi mézharmatot termelő rovarok ismertek: *Cinara cofinis* Koch, *C. pectinatae* Nordlinger, *C. pilicornis* Hartig, *Mindarus abietinus* Koch, *Physokermes piceae* Schrank; *Cinara costata*

Zetterstedt, *C. pilicornis*, *C. pruinosa* Hartig, *C. piceae* Planzer, *Physokermes hemycriphus* Dalman és *Ph. piceae* Schrank. A citrus lepkekabóca (*Metcalfa pruinosa*, Homoptera: Fulgoroidea) által termelt mézharmatból nyert mézet megkülönböztettem és elkülönítve vizsgáltam a többitől. A mézharmatmézek mellett virágméz mintákat is megvizsgáltam (*Acacia* sp., *Asclepias syriaca*, *Castanea sativa*, *Citrus* sp., *Eucalyptus* sp., *Helianthus annuus*, *Rhododendron* sp., *Rosmarinus officinalis* L., *Rubus* sp., *Taraxacum officinale*, *Tilia* sp. és vegyes virágmézek). Ez esetben a teljes fajegyüttes felmérését csak bizonyos, ökológiai szempontból érdekes gombacsoportokra korlátoztam. A vegyes virágméz minták kiválogatásánál elsősorban a földrajzi elterjedés volt a fő szempont (Magyarország, Egyiptom, Horvátország, Kuba, Görögország, Mexikó, Olaszország, Portugália, Spanyolország, Dél-Afrika, Tanzánia, Új-Zéland, Szlovákia). A nektár és a mézharmat begyűjtést méhek (*Apis mellifera*), illetve *Melipona* sp. (fészekparazita méh) fajok végezték. E mézek kereskedelmi forgalomból, saját beszerzéssel, ill. a Bolognai Méhészeti Kutatóintézet gyűjteményéből származtak. Kutatásom során 83 db mézmintát vizsgáltam meg.

A mézminták készítésekor a Maurizio-féle eljárást követtem (PERSANO ODDO et al. 2000), melynek során 50 gr mézet egyenletesen átkevertem, ebből 10 g-ot kiemelve 20 ml desztillált vízben 40 ^{o}C fokon feloldottam. Ezt követően 5 percig 2500 rpm fordulatszámon centrifugáltam, az üledéket 10 ml desztillált vízben szuszpendáltam, majd ismét centrifugáltam. Az így kapott üledéket pipettával tárgylemezre cseppentettem, majd megszáradás után fedőlemezzel lezártam. A preparátum teljes felületét mikroszkóp alatt fáziskontraszt és Nomarski-optikával átvizsgálva megállapítottam a mézben található fajok összetételét.

3.4. Fatörzsön lefolyó esővíz minták

A cseppfelverődés és a légköri fajegyüttes kapcsolatát feltáró vizsgálat során a hosszan tartó esőzések alkalmával különböző fafajok törzsén lecsorgó vízből 2-10 ml mintát gyűjtöttem közvetlenül 2 ml FAA-t (50 % etanol, 5 % jégecet, 10 % formaldehid) tartalmazó műanyag centrifugacsövekbe. Az így gyűjtött 24 db vízmintát a vizsgálatig 5 ^{o}C-on tartottam. Több napos ülepedés után pipettával 0,1 ml üledéket tárgylemezre cseppentettem, majd száradást követően laktofenol hozzáadásával és a fedőlemez finom nyomásával szélesztettem a mintát. A szabad spórákat fáziskontraszt és Nomarski-optikával vizsgáltam.

3.5. A mikroszkópos vizsgálat eszközei

A mikroszkópos vizsgálatokat Nikon Labophot-2, DIALUX 20 és Olympus BX51 készülékeken 400 és 800×-os nagyításánál végeztem fáziskontraszt-, polarizált, Nomarski-, sötétlátóterű és fluoreszcens megvilágítás alkalmazásával. A felvételeket digitális fényképezőgéppel (Olympus CAMEDIA C-2020 Z) rögzítettem.

3.6. Adatelemzés

A morfometriai vizsgálatokat a Leica QWin Image Analyser Programme, a staisztikai elemzéseket az SPSS (SPSS Inc. 1999 version 10.0.1) programmal végeztem el, mely utóbbit az időjárási adatok és a gombaelemek légköri száma (db/m^3) közti összefüggés kimutatására

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N\,(N^2 - 1)}$$

szolgáló Spearman-féle rangkorrelációs együttható (rs) kiszámítására alkalmaztam (SPIEGEL 1988). A fenti összefüggésben *D* a két változó (X,Y) rangjainak a különbségét, *N* pedig az (X,Y) értékpárok számát jelenti. A Spearman-féle rangkorrelációt több szerző javaslata alapján választottam a nem normál eloszlású spórakoncentráció adatok vizsgálatára (CALDERÓN et al. 1997, MITAKAKIS et al. 1997, MUNUERA et al. 2001, RUTHERFORD et al. 1997, SABARIEGO et al. 2000). Az eredményeket hasonlóságuk alapján sorba rendeztem, majd ennek alapján kiválasztottam azokat a környezeti változókat, melyek több spóratípusra is erős szignifikáns hatást gyakoroltak, és így kiindulópontjául szolgáltak a fajegyütteseket kimutató többváltozós kiértékelésnek (PODANI JÁNOS szóbeli közlése alapján).

A fajegyüttes elemzésére TER BRAAK (1986) által kifejlesztett, társulások vizsgálatára javasolt (EDMONDS 1979, CARROLL és WICKLOW 1992) többváltozós kiértékelési módszert, a kanonikus korrespondencia analízist választottam. A számítási műveleteket a SYN-TAX 2000 program segítségével hajtottam végre (PODANI 2001). A megvizsgált 167 részecske- és spóratípus között nem azonosított gombaelemek is helyet kaptak, hogy a minél pontosabb statisztikai feldolgozással teljesebb ökológiai képet alkothassunk a levegő spóraösszetételéről. A környezeti változók, és a fajok kapcsolatának erősségét adott tengelyre az ún. faj/környezeti korrelációval adtam meg. Ezt az objektumoknak (ez esetben a mintavételi időpontoknak) az utolsó regresszió utáni koordinátáinak a változók lineáris kombinációjára (az új tengelyre) illesztett koordinátái közötti lineáris korreláció fejezi ki (LC scores, „Linear Combinations Scores”). Az eredményként kapott ordinációs biplot diagrammon egyszerre jelennek meg a

környezeti változókat jelző vektorok, valamint a függő változókat (gombaelemek) és az objektumokat (mintavételi időt) jelző pontok. A környezeti változókat jelző vektorok hossza jelzi azt, hogy az adott faktor milyen mértékben tölti be szerepét a függő változók értékeinek kialakításában. Minden függő változó pontja merőlegesen levetíthető a legerősebb hatást jelző, mindkét irányban meghosszabbított vektorra. A változók így létrejött sorozata megfelel a változók súlyozott átlagának. Az adott objektum és a változó közelsége szintén kapcsolatot jelez.

A méz - és törzsön lefolyó vizek és a levegő gombaspóra összetételének hasonlóságait és különbségeit, egymással és a légkörrel való kapcsolatát a fajok gyakorisági (abundancia) viszonyai alapján kiválasztott ─ a növénycönológiából kölcsönvett kifejezéssel élve ─ ún. „karakterfajokkal" jellemeztem (*Trinacrium spp., Tripospermum spp., Epicoccum spp., Cheiromycella microscopica, Antennatula sp.,* Metacapnodiaceae*, Leptosphaeria spp., Dictyopolyschaema pirozynskii, Metschnikowia reukaufii, Excipularia,* és egy ismeretlen scolecoid konídium). A különböző típusú minták (50 db levegő-, 74 db virág- ill. mézharmatméz- és 20 db törzsön lefolyó vízminta) összehasonlíthatóságának érdekében bináris skálára tértem át, az eredeti értékeket 1 vagy 0 értékekkel helyettesítve. Az így kapott adatokból egyezési koefficienst számítottam, az objektumok közötti megegyezést adó tulajdonságok számaránya alapján (PODANI 1997). A hasonlósági mátrixot az ún. teljes lánc (vagy legtávolabbi szomszéd módszer, LANCE és WILLIAMS 1967), egy hierarchikus osztályozási módszer segítségével elemeztem, mely az osztályok távolságát a legtávolabbi objektumok távolságaként definiálja.

Az aszkospóraoktádokat jellemző szétválási tényezőt INGOLD (1971) után az alábbi képlettel számítottam ki :

$$\Theta = \frac{N - \frac{1}{8}n}{\frac{7}{8}n}$$

Az egyenletben a Θ az ún. szétválási tényező („szeparációs tendencia"), N a spórák száma, *n* a spóracsomók száma. Amennyiben n=N, akkor Θ=1, ilyen esetben minden spóra szétvált az oktádban; ha Θ=0 akkor minden spóra össze van tapadva az oktádban. Ezen túl az oktádokban megmértem a spórák közötti szétszóródási távolságot is, a távolságmérést mindig a két egymáshoz legközelebb eső spórától kezdve, az órajárással ellentétes irányban folytattam.

A légkör biodiverzitásának általános, egyszerű összefüggéseinek jellemzésére a Margalet-féle biodiverzitási mutatót (B) alkalmaztam.

$$B = \frac{S-1}{\log N}$$

A biodiverzitási képletekben szereplő rövidítések:

S=fajszám (spóratípusok száma)

N=mintában lévő egyedek száma (összesített spórakoncentráció)

P=relatív gyakoriság

A ritka gombafajok hatását a Shannon-féle biodiverzitási mutatóval (*HS*) számítottam ki.

$$HS = -\sum_{i=1}^{S} P_i \left(\log P_i\right)$$

A fenti összefüggésekkel kapott értékek normál eloszlását egy mintás Kolmogorov-Smirnov teszttel ellenőriztem, majd Pearson-féle korreláció segítségével hasonlítottam össze az időjárási adatokkal. A közösségek diverzitásának összehasonlítására a jobboldali dominancia szerinti diverzitási rendezést („Right Tail Sum”, *RTS*) választottam (TÓTHMÉRÉSZ 1997).

$$RTS\,(i) = \sum_{j=i+1}^{S} p\,(j)\,, 1 \leq i \leq S$$

A nedves és a száraz légkör fajainak átlagos dominanciaértékeit csökkenő sorrendbe rendeztem, majd a fajok dominancia értékeit összegeztem, és abból kivontam a legmagasabbat, ezáltal megkaptam az ún. elsőrendű jobboldali dominanciaösszeg szerinti diverzitást, röviden RTS(1) értéket. Ezt követően a műveletet tovább ismételtem: a legritkább fajtól a második, harmadik, negyedik, stb. leggyakoribb fajig összeadtam a dominanciákat.

4. EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

4.1. Gombaelemek vizsgálata a Hirst-féle levegőmintavevő készülékkel

A Hirst-féle levegőminták kiértékelésével 222 spóratípust azonosítottam (4. táblázat, 2. sz. melléklet), ebből 68 spóratípust faj-, 94 spóratípust nemzetség-, 35 spóratípust pedig nemzetség feletti szinten határoztam meg. Ezen túl 25 spóratípus esetében a morfológiai változatokat is megvizsgáltam. A légkörben szálló spóratípusok 57,0 %-a konídiumos gomba fajok képezték, jelentősebb mennyiséget (25,7 %) ért el a tömlősgombák fajszáma is, a többi taxon (Basidiomycetes, Myxomycetes, Oomycetes, Urediniomycetes, Ustilaginomycetes, Zygomycetes) fajszáma 1-5 % között változott (7-8. ábra, 3. sz. melléklet). A határozás során 7000 fénykép készült. (*Megj*.: Az alábbi fejezetekben említésre kerülő egyes gombaelemek ábráihoz tartozó hivatkozások a 4. táblázatban szerepelnek, a 3. sz. mellékletben.) Eredményeim között 65 gombaelem (nemzetség ill. faj) légköri előfordulásának közlése első ízben szerepel. A következő fejezetben 167 spóratípus statisztikai elemzésén alapuló biometeorológiai jellemzését közlöm, melyek közül 91 spóratípus biometeorológiai jellemzése a tudomány számára új eredmény (4., 5. táblázat, 2. sz. melléklet). A spóratípusok levegőbiológiai elemzésén túl kitérek az egyes spóratípusok morfológiai változatainak levegőbiológiai elemzésére is. Olaszországi munkám során alkalmam nyílt a fenti nemzetségek részletesebb biometeorológiai és morfológiai vizsgálatára is. Ez utóbbira példaként az *Alternaria*-fajokat és a morfológiai változatokat mutatom be a 10. ábrán (3. sz. melléklet).

4.2. A légköri gombaelemek és az időjárási tényezők összefüggései a Spearman-féle rangkorreláció alapján

A Spearman-féle rangkorreláció (Spearman r. k.) *fontosabb* eredményeit néhány kiemelt meteorológiai hatás alapján csoportosítva a 6. táblázatban foglaltam össze (2. sz. melléklet). A 7. táblázatban a spóratípusok biometeorológiai jellemzését közlöm. Itt *valamennyi* **P<0,05 illetve P<0,01 értéken** szignifikáns eredmény szerepel, emellett a légköri spórák morfológiai leírása és az irodalmi hivatkozások (spóratípusonkénti bontásban) is megtekinthetők.

A koncentráció és a meteorológiai változók közötti összefüggések elemzése alapján a spóratípusok 41,7 %-a szignifikánsan a száraz, meleg napokon fordult elő, 28,3 %-a pedig a csapadékos időszakban (ezek között szerepel a tömlősgombák 69,0 %-a és a konídiumos gombák 15,1 %-a). Több spóratípus kizárólag a széllel adott korrelációt (a 4. táblázat, 2. sz.

melléklet Spearman r. k. kódszáma szerint az alábbi gombaelemek tartoztak ide: 8, 14, 17, 25, 28, 31, 51, 52, 54, 63, 67, 69, 83, 85, 86, 88, 93, 102, 105, 106, 108, 110, 123, 126, 130, 145, 146, 148, 149, 153, 158). A spóratípusok 27.5 % -a nem állt szignifikáns korrelációban egyetlen meteorológiai tényezővel sem. E két utóbbi csoportba tartozó gombaelemeket a 6. táblázatban (2. sz. melléklet) nem tüntettem fel.

7. táblázat: A spóratípusok biometeorológiai jellemzése és megvitatása a Spearman-féle rangkorreláció alapján. Magyarázat a táblázat adatelemeinek csoportosításához:

spóratípus

SPK	A spóra morfológiai jellemzése (különös tekintettel a légkörben való módosulásokra).
biometeorológiai jellemzés	
megvitatás, hivatkozások	

SPK: A gombaspórák Saccardo-féle alaktani csoportjainak (SACCARDO 1884) képletét az 1. táblázat (2. sz. melléklet) foglalja össze.

Myxomycetes (Myxomycota)

Myxomycetes

e0P	A brufai légmintákban talált Myxomycetes-spórák egysejtűek, gömb alakúak, füstszínűek, finoman szemcsézett felületükön gyűrődéséből eredő 2-4 db sánc alkot ritkás hálózatot. Többnyire magánosan fordulnak elő a levegőmintákban.
A nyálkagombaspórák légköri mennyiségét elsősorban a Tk növelte. A koncentráció jelentős mértékben csak hosszan tartó esőzés hatására csökkent, melyre az esős napok számával, a Pd-2-vel, vagy a többórás esőzéssel kimutatott negatív összefüggés utal. A párolgás szintén emelte a gombaelemszámot. A magános nyálkagombaspórákkal egy időben nagy mennyiségű homokszemcse jelent meg a levegőben.	
A párolgás a kapillíciumok higroszkópikus mozgása révén kiválthatja a spóraszórást (INGOLD 1971).	

***Badhamia* sp. (spórahalmaz)**

e0P	A fenti spóratípushoz hasonló spórák a *Badhamia*-fajokra jellemző spórahalmazokat alkotnak, a levegőmintákban is így fordulnak elő.
A légkörben szálló talajszemcsék megjelenésével és a 12:00-18:00 napszakkal találtam szignifikáns (pozitív) kapcsolatot.	

Oomycetes (Oomycota)

Peronosporaceae- típusú sporangium

e0P	A sporangiumok legtöbbször kiszáradt állapotban fordultak elő a levegőmintákban.
A legtöbb meteorológiai változó 1995. évi brufai mintában okozott szignifikáns spóraszám ingadozást: a száraz napok száma, a Tmin, és a párolgás növekvő értéke koncentrációesést váltott ki. A szélcsendes napokon is nőtt a légkörben lebegő sporangiumok száma (1994, 1996 Brufa). A szél általában csökkentette a koncentrációt, a gombaelemszám már 0,5 m/s-t meghaladó légáramlás következtében csökkeni kezdett, a légmozgás valószínűleg a mintavételi körzetben termelődött gombaelemek felhőjét hígította fel. A Torgianoban vett 1993. évi mintában viszont a déli szél fokozta a spórakoncentrációt, míg más időjárási tényező nem jutott szerephez, mely arra enged következtetni, hogy a terület gombafertőzéstől mentes volt, és a sporangiumokat nagyobb távolságból szállította ide a légmozgás. A mintavételt megelőző napok nedves, csapadékos időjárásának döntő szerep jutott a magas koncentráció kialakításában [1994, Brufa: RHd-2; 1995, Brufa: Pd-1, Pd-2; 1996, Brufa: Pd-2, ez utóbbi vizsgálati anyagban az esőzést követő napos idő (Sd-1) is a növekvő gomba elemszámnak kedvezett]. A napi hőingás a koncentráció növelésében játszott szerepet. Az ormellei mintában a Wild-féle párolgás spóraszórást indukált, mely itt az egyetlen szignifikáns változó lévén kiemelkedő szerepet kapott a gomba terjedésében.	
A szakirodalom által ismertetett, kiszáradáson alapuló spóraszórás (*Peronospora tabacina*, *Phytophtora infestans*, DE BARY 1887) az ormellei eset (9. ábra, 3. sz. melléklet) kivételével a vártnál ritkább, és kevésbé egyértelmű jelenség a többi szőlőültetvényben. DIAZ és mtsai (1997) által szintén szőlőültetvényből közölt megfigyelések szerint a Tk és a Tmin fokozta a sporangiumok légköri koncentrációját. HILDEBRAND és SUTTON (1982) hagymaföldeken végzett vizsgálataiban a *Peronospora destructor* koncentrációját növelte a relatív páratartalom, a szél, és a levélfelszín kiszáradása.	

***Peronospora*-típusú sporangiumtartó**

Leszakadt konídiumtartók (*Peronospora* sp.) a megfigyelést megelőző nap erős széllökései után jelentek meg a levegőmintákban.	

***Albugo* spp.**

e0H	Az *Albugo*-nemzetség hialin, négyszögletű konídiumai rövid kéttagú láncokban vagy magánosan találhatók a mintavevő készülék szalagján.

A gombaelemek terjedésének a hőmérséklet (elsősorban a Tmin) és a hosszabb csapadékmentes időszak kedvezett. Az esőzés és a Pd-1 csökkentette a koncentrációt. A gombaelemszám magasabb szintet ért el a széllökések alkalmával, és egy időben jelent meg a légköri homokkal és rézgálic cseppekkel. Az 1991. évi casalinai mintavétekor a dél-nyugati szél csökkentette a koncentrációt, hígítás ill. a gombaelemek elszállítása révén. A köd hatása változónak bizonyult: a konídiumszámot Brufában 1995-ben csökkentette, 1996-ban növelte; ez utóbbi évben a harmatpont és a Tmax erős pozitív hatása is figyelemreméltó szintet ért el.	

Zygomycetes (Zygomycota)

Entomophtora- típus

e0H	
A gombaelemek száma növekedett a szélcsendes időszakok folyamán, a koncentráció már 0,5 m/s szélerősség mellett csökkenni kezdett. Alacsonyabb spóraszámot rögzítettem az egymást követő száraz napok alkalmával.	
HAMILTON (1959) hasonló eredményekhez jutott; feltételezése szerint a szél és a csapadék a rovarok számát csökkentve áttételesen eredményezett alacsonyabb spóraszámot.	

Mucor spp.

e0H	A *Mucor*-fajok (e0H) szabálytalan nagyságú és alakú, hialin konídiumainak azonosítása csak nagyobb tömegű gombaelem jelenlétében lehetséges, az ilyen előfordulás azonban ritka.
A brufai levegőmintában *Dasyneura* (Cecidomyiidae) kültakaróján megtapadva találtam összesen 120 darabot. Ez az eredmény az előző nap erős széllökéseivel volt összefüggésbe hozható.	

Ascomycetes (Ascomycota)

Aglaospora profusa

e≡P	Nagyméretű aszkospórái magánosan és ritkán láthatók a levegőmintákban.
Előfordulásuknak a szélcsendes időjárás kedvezett	

Anthostomella/*Herpotrichella*

e0P	A spórák feketés színűek, csírázási hasítékkal rendelkeznek, a Xylariaceae család tagjaitól a spóra egyik végén látható, kisméretű hialin függelék különbözteti meg.
A spóraszám nőtt a viharos széllel kísért esőzések során. Mennyiségüket a csapadékmentes napok száma csökkentette.	

Caloplaca spp.

e1P	A barna színű, misoblasztiomorf spórák a levegőmintákban oktádokba rendeződve találhatók.
Mennyiségét a nedvesség (elsősorban a több órás esőzés) növelte, amely viszont a napsütéses órák során csökkent. A spórák szignifikánsan egy időpontban jelentek meg a csapda lemezén beszáradt vízcseppekkel.	

Chaetomium spp.

e0P	Az aszkospóra fakó vörösesbarna színű, citrom alakú.
A gombaelem levegőbiológiai tulajdonságai eltérnek az aszkomicéták többségénél tapasztaltaktól, ugyanis xerospóra jellegű terjedést mutat (vö.: Xylariaceae, *Venturia*). A légköri gombaelemszám a csapadékmentes napok, a Tmax, a napi hőingás és az Sd-1 függvényében nőtt. Egyedül a több órás esőzések értek el jelentős kimosó hatást. A 4 m/s feletti légáramlás alacsonyabb spóraszámot eredményezett, vagyis távolsági szállítódás esete valószínűleg kizárható.	
Az gombanemzetség terjedési módja még ma sem teljesen tisztázott. Az eredményeim alapján úgy vélem, hogy a spórák ún. kétlépcsős terjedése valószínűsíthető. Ismert ugyanis, hogy az aszkusz már a termőtestben korán elenyészik, majd a spórák a peritéciumból nedvesség hatására kiáramlanak. Ez a spóraszórás első (aktív) szakasza. Az osztiólumon kitóduló spóratömeg cirruszt alkot, mely a terminális szőrök között felhalmozódik. A spóra szóródás második lépcsője ez után következik: a terjedés passzívan (kifújással, cseppfelverődéssel, vagy rovarok segítségével) folytatódhat. E három kiszóródási mód egyikét sem tartom valószínűnek a brufai *Chaetomium*-spórák esetében, viszont a koncentrációt erősen növelte a párolgás. Feltételezhető, hogy a terminális szőrök elaterák módjára szerepet játszanak a további spóraszórásban. Az elaterák higroszkópikus mozgása egyszerű, a növény- és gombavilágban általánosan elterjedt fizikai jelenség (l.: Myxomycetes, Equisetopsida), mely a spórákat páratartalom változáskor a légkörbe juttatja. A fenti következtetés további kísérletes igazolást igényel. A légköri homok és talaj jelenlétében is magasabb spóraszám mutatkozott, ezért úgy gondolom, hogy a fizikai bolygatás (pl. mezőgazdasági munkálatok) is közrejátszhat a terminális szőrök között felhalmozódott spórák kiszabadulásában. A cirrusból valószínűleg nedves légáramlatok is kiragadhatnak spórákat, ennek megállapítására azonban a rendelkezésemre álló adatokból nem nyílt lehetőség.	

Claviceps sp.

fH	A színtelen, sok válaszfalas filiform spórák nemzetségszintű besorolása morfológiai bélyegek alapján többnyire nem lehetséges. Kivételt képeznek a *Claviceps*-aszkospórák, melynek mérete, alakja és válaszfalainak száma kizárja e gombaelem más taxonba tartozását.
E spóra légköri koncentrációját a két-három nappal korábbi csapadék szabályozta.	

Clypeosphaeria notarisii

e≡P	Barna, enyhén görbült aszkospórái gyakran az eredeti oktád alakzatot megtartva szállítódnak a légkörben.

A spórakoncentrációt a hosszan tartó, csendes eső és az RHd-1 növelte. A légköri nyomás, a Tmax és a 48 órás hőmérséklet növekedés gátolta a magas gombaelemszám kialakulását. A párolgás és a hosszabb csapadékmentes időszak szintén alacsonyabb koncentrációhoz vezetett. A koncentráció magasabb értékei a 06:00-12:00 napszakban voltak jellemzők.

Cucurbitaria spp.

e#P	A nagyméretű, muriform spórák magánosan fordulnak elő a légkörben.

A spórák nagyerejű széllökések hatására, légköri talajszemcsékkel együtt jelentek meg a levegőmintákban.

Diapleella clivensis ?

e≡P	A brufai állomás levegőjéből gyakran csapdázott három válaszfalas, barna aszkospóra nagy valószínűséggel azonos e fajjal, melynek Magyarországon gyűjtött herbáriumi anyaggal (MAGYAR és TÓTH 2003) való összehasonlítására is sor került.

A magas relatív páratartalom és az intenzív eső spóraszám növekedést váltott ki. A koncentráció pozitív összefüggésben állt a csapdába jutott vízcseppekkel. A napsütéses órák száma ellenkező hatást gyakorolt. A spóraszámot jelentős mértékben csökkentette a 48 órán belül bekövetkezett gyors felmelegedés.

Diatrypaceae

e0H	A Diatrypaceae-családba tartozó szubhialin, egysejtű, allantoid spórák az aszkuszból való kiszórás után is nyolcasával, oktádokba rendezetten maradnak a légköri szállítódás során.

A spórakoncentráció legfőképpen a páratartalom emelkedésétől és a több órás ill. több napos esőzésektől függött. A spóraszám pozitív összefüggésben állt a légkörben sodródó vízcseppekkel. Ellenkező hatás figyelhető meg a napsütéses órák számával. A magas légnyomás, a Tmax, az Sd-1, a csapadékmentes napok száma és a párolgás kisebb mértékben okozott spóraszám csökkenést. Jóval ritkábban bár, de magánosan is előfordulhatnak a Diatrypaceae spórák a légkörben. E spórák korrelációs eredményei nem mutatták az oktádokra vonatkozó pozitív összefüggést a csapadékkal, koncentrációjukat a dél-nyugati szél és a páratartalom emelte.

Didymella spp.

e1H	Félhold alakú, hialin, kétsejtű spóratípus.

A spóratípus légköbméterenkénti darabszámát növelte (csökkenő rs-érték szerint) az esős napok száma, a Pd-3, Pd-2, Pd-1, az esőzés intenzitása és a köd. A spóraszám erősebb korrelációt mutatott az intenzív esőzéssel és a magas páratartalommal, mint a több órás csapadékkal. A koncentráció pozitív összefüggésben állt a légkörben sodródó vízcseppekkel. A gombaelem terjedésének viszont nem kedvezett a több napig tartó szárazság, a fokozódó mértékű párolgás, a magas légnyomás, a Tmax és harmatpont emelkedése. A spóraszám a 18:00-00:00 napszakban szignifikánsan alacsonyabb volt.

CORDEN és MILLINGTON (1994) közleménye szerint a *Didymella*-aszkospórák száma a június-júliusi összes csapadékkal mutatott korrelációt. Hasonló eredményekről számol be LEVETIN (1998) is. Az aszkospóra szórást a harmat is kiválthatja (FRANKLAND és GREGORY 1973). RICHARDSON (1996) e spóratípusra vonatkozó vizsgálata szerint a magas spórakoncentrációt nem elsősorban az esőzés, hanem a magas páratartalom váltja ki. VON WAHL és KERSTEN (1991) a spóraszóródás maximumát 80% feletti relatív páratartalomnál állapította meg. A hőmérsékletemelkedéssel kapcsolatos negatív összefüggés RICHARDSON (1996) szerint az éjszakai spórakibocsátás következménye.

Leptosphaeria eustomoides

e≡P	Kihegyesedő végű, sárgás színű, vastag, sötét válaszfalas aszkospórák.

Az aszkospórák köd esetén jelentek meg a levegőben. A napsütéses órák magas száma a spórakoncentráció csökkenését vonta maga után.

Leptosphaeria rubicunda

e≡P	Barnás-szubhialin, hosszúkás aszkospórák.

A spórakoncentráció a légnyomás növekedésével csökkenő koncentrációt mutatott. A hőmérséklet (elsősorban a Tmax) növekedése szintén alacsonyabb spóraszámot eredményezett. A napsütéses órák számának és a párolgás mértékének növekedése is hasonló következménnyel járt. A relatív páratartalom növekedése erősebben hatott a spóraszám emelkedésére, mint az esőzés. A spóraszám pozitív kapcsolatban állt a légkörben sodródó vízcseppekkel. A több napos esőzés- és így a Pd-1, RHd-1, Pd-2 pozitív hatást fejtett ki, azonban az RHd-2 már nem bizonyult szignifikáns tényezőnek.

egyéb *Leptosphaeria* spp.

e≡P	Az „egyéb Leptosphaeria” csoportot mesterségesen hoztam létre a brufai légkörben található számos ismeretlen vagy utólag azonosított faj (*Leptosphaeria dumetorum*, *Leptosphaeria graminis*, *Leptosphaeria Niessliana*, *Leptosphaeria thurgoviensis*) összevonásával.

E csoport koncentrációját elsősorban az esőzés intenzitása növelte, de megemlítendő a Pd-1 és a relatív páratartalom pozitív hatása is. A spóraszámot a Tmax, és a 48 órás hőmérsékletnövekedés csökkentette. A 1995. évi brufai mérés során az észak-keleti szél, a csapadékmentes napok száma, a harmatpont emelkedése, a napsugárzás és a párolgás mérsékelte a spórakoncentrációt. A köd, a relatív páratartalom és az RHd-2 érték kedvező hatása is jellemezte ezt az időszakot.

BURGE (1986) közlése szerint a *Leptosphaeria*-nemzetségbe tartozó spórák koncentrációja az esőzés időtartama alatt végig magas maradt. További irodalmi adatok szerint az „egyéb *Leptosphaeria*”-koncentráció és a csapadék (HAMILTON 1959, HASNAIN 1993, LEVETIN 1998) a páratartalom (LEVETIN 1998, LI és KENDRICK 1994, 1995b), valamint a Pd-1 (HASNAIN 1993) pozitív; a légnyomás negatív összefüggést mutatott (HAMILTON 1959).	

Lophiostoma vicinum

e1P	E jellegzetes kétsejtű spórája színe a válaszfalnál befűződött részen erősen, míg kihegyesedő csúcsok felé halványan barnás.
Az aszkospórák a több órás esőzéssel mutattak pozitív kapcsolatot. A Pd-1 és Pd-2 hasonló, bár enyhébb hatást váltott ki. A Tmax, a napi hőingás és a napsütéses órák száma ellentétes irányban ható összefüggést adott a spórakoncentrációval.	

Mycosphaerella spp.

e1H	A kétsejtű spórák vékony falúak, kissé szabálytalan elliptikus alakúak, halványsárgás színűek, a harántkeresztfal megvastagodott és sötétebb színű.
A spóraszám magas koncentrációját a relatív páratartalom és a Pd-1, Pd-2, Pd-3 értéke alakította ki. A párolgás és a harmatpont nem kedvezett a magas spórakoncentráció kialakulásának.	

Massaria? *inquinans*

e≡P	
A spóraszám a délkeleti szélirány hatására növekedett.	

Massarina-típusú spórák

e1H	Színtelenek, sejtenként egy nagyobb és egy kisebb olajcseppel, válaszfaluk illetve a négy olajcsepp mentén enyhén befűzöttek.
A spóraszám növekedést főként a magas légköri páratartalom szabta meg, mely hatékonyabbnak bizonyult, mint a több órás esőzés. Az RHd-1 és RHd-2 esetén kapott rangkorrelációs együttható értéke is magasabb volt, mint a Pd-1 és Pd-2 esetében. A spóraszám pozitív összefüggésben állt a légkörben sodródó vízcseppekkel. Az alacsonyabb spórakoncentrációt kiváltó tényezők (Tmax, magas légköri nyomás, párolgás, napsütéses órák száma, 48 órás hőmérsékletnövekedés) a nedvesség csökkentésén keresztül, másodlagosan fejtették ki hatásukat. A legtöbb spóra 00:00 és 6:00 óra között jelent meg a levegőmintákban.	

Ophiobolus acuminatus

fH	
Az aszkospórák a nedvesség- főként a magas relatív páratartalom, az intenzív esőzés, az esős napok száma és az RH d-1 hatására mutatkoztak nagyobb számban a levegőmintákban. A koncentráció és a napos órák száma, valamint a Tmax, a csapadékmentes napok száma, a 48 órán belül bekövetkezett gyors hőmérsékletnövekedés közötti kapcsolatot negatív összefüggés jellemezte. A legalacsonyabb spóraszám 06:00 és 12:00 óra között volt kimutatható.	
BURGE (1986) közlése szerint az Ophiobolus-fajok spórakoncentrációja az esőzés időtartama alatt végig magas maradt; eredményei összhangban vannak az általam megfigyelt összefüggésekkel.	

Paraphaeosphaeria michotii

e2P	
E barnás színű, hasáb alakú aszkospórák magas légköri koncentrációját a magas relatív páratartalom és az intenzív esőzés szabályozta (vö: *Ophiobolus acuminatus*).	

Pleospora ? herbarum

e#P	A sérült, töredezett spórák gyakran növényi törmelékeken megtapadva jelentek meg a levegőben.
A 4 m/s feletti nyugati szél, ill. erős széllökések hatására emelkedett a spóraszám; míg─ a rokon fajokkal ellentétben─ a csapadékkal nem mutatott korrelációt.	
A spórák valószínűleg visszaszóródásból származtak. TILAK és PANDE (2005) hasonló eredményei szintén a visszaszóródás lehetőségét támasztják alá: megfigyelésük szerint e spóratípus napi dinamikája kettős csúcsot mutatott.	

Pleospora oblongata

e#P	
Az aszkospóráik elsősorban a relatív páratartalom függvényében értek el magasabb koncentrációt, ezzel azonos, de gyengébb eredményt adott a több órás esőzés. A csapadékmentes időszak hossza kedvezőtlenül hatott a spóraszámra.	

Pleospora rubelloides

e#P	
A spórakoncentráció egyedül a napsütéses órák számával mutatott szignifikánsan negatív összefüggést.	

egyéb *Pleospora* spp.

e#P	E csoportot a nem azonosított pleoszpórafajokból képeztem.

E spórák esetében a csapadék (főként a több órás esőzések) alkalmával mértem magasabb koncentrációt. A gomba az egyik esőzés alkalmával (1994. 6. 11. Brufa) igen magas, 697 db/m3 koncentrációt ért el rövid időn belül. A hirtelen széllökések és a nyugati szélirány növelte, az észak-keleti szélirány viszont csökkentette a spóraszámot. A napsütéses órák számával, a 48 órás hőmérsékletnövekedéssel, és a Tmax értékével erős negatív, míg a harmatponttal pozitív összefüggés mutatkozott. Az 1994. évi brufai mintában csak a légnyomás fejtett ki hatást, negatív irányban.

Rebentischia unicaudata

e≡P	

Az aszkospórák csapadékos időjárás esetén jelentek meg a levegőmintákban, de elsősorban a magas légköri páratartalom növelte a koncentrációjukat. Az intenzív esőzések és széllökések esetén emelkedett a légkörben szálló gombaelemek száma. A csapadékmentes napok, és a 48 órás hőmérsékletnövekedés csökkentette a spórakoncentrációt.

Rosellinia spp.

e0P	A fekete, nagyméretű, jellegzetes alakú, két végén kicsúcsosodó spórák magánosan találhatók a brufai levegőmintákban.

A spórák a viharos dél-nyugati széllel érkeztek (vö.: Xylariaceae) a brufai légkörbe.

Sordaria sp.

e0P	

A spórák a dél-nyugati irányból szállítódtak a 4 m/s-t meghaladó széllel a brufai mintavételi területre.

Sporormiella

e≡P	

Spórák számát a köd csökkentette, más környezeti változóval nem állt szignifikáns kapcsolatban a koncentráció.

Teloschistes/Xanthoria

e1H	E zuzmófajok színtelen, polocellát aszkospóráinak hosszában található csatorna (isthmus) a levegőmintákban talált példányoknál elvékonyodott (vö.: BARAL 1992, fig. 5b).

A spórák elsősorban a viharos esőzés hatására jelentek meg, de a magas páratartalom, a több órás ill. több napos esőzés hatása is koncentrációemelkedésben nyilvánult meg. Ellenkező előjelű hatást rögzítettem a légnyomás és napsütéses órák számának növekedésével kapcsolatban.

Xylariaceae

e0P	A feketés színű, kisméretű aszkospórák alakja a csúcsok irányában kihegyesedő, egyik oldalukon lapított- ezen a részen egy világos színű hosszanti csírázási hasíték figyelhető meg.

A biometeorológiai elemzés meglepő eredményekhez vezetett, ugyanis a legtöbb aszkomicéta fajtól eltérően ez a gombaelem xerospóra típusú tulajdonságokat mutatott: negatív összefüggést eredményezett a magas relatív páratartalom, a felhőborítás, a napi csapadékösszeg, az esőzés időtartama és intenzitása, viszont pozitív hatású volt a Tmin és a Tk, a Piché-féle párolgás, mindemellett a spóra koncentrációját az északkeleti szél is növelte. A spóraszám a 00:00-6:00 napszakkal pozitívan, a 12:00-18:00 napszakkal negatívan korrelált.

A brufai vizsgálatok során megfigyelt Xylariaceae aszkospórák esetében a várakozásoktól eltérően a magas spórakoncentráció a száraz időszakban alakult ki. INGOLD (1971), valamint TSUEDA és ARITA (1984) szintén megemlítette a xerospóra jellegű terjedést a Hypocrea pulvinata illetve a *Hypoxylon truncatum* esetében. A szerzők nedvesség hatására cirrus képződést figyeltek meg, azonban a spórák nem szóródtak ki azonnal a levegőbe, hanem lerakódtak a termőtest felszínén, ahonnan csak a kiszáradást követően jutottak a légkörbe. Érdemes itt egy rövid kitérő erejéig a párolgással kapcsolatos jelenségekkel is foglalkozni. Méréseim szerint a Wild-féle párolgás hatására nem nőtt a spórakoncentráció, a Piché-féle evaporiméter adataival viszont összefüggést találtam, ennek alapján feltételezhető, hogy a hőmérsékleten túl a szél szárító hatása is közrejátszott a cirrus felbomlásában és a spóraszóródásban (vö: *Botrytis*-konídiumcsomók). Véleményem szerint e spóratípusnál az un. kétlépcsős terjedésnek csupán a második, passzív szakasza játszódik le a levegőben. A teljesség kedvéért két másik terjedési lehetőséget is meg kell említenem, melyek mellett kevesebb bizonyíték szól: (A) a spórák egy távolabbi, folytonos forrásból származnak, ahol a többi aszkomicétához hasonlóan, nedvesség hatására szóródtak ki. Erre az eshetőségre utalhat az, hogy a 24 órás dinamika görbéje megfordult (délutáni koncentráció maximum), de ilyenkor a koncentrációs grafikon görbe kihegyesedő csúcsai és ingadozásai kiegyenlítődtek volna, valamint alig lenne szignifikáns meteorológiai hatás a szélirány kivételével, ez utóbbiakat viszont nem tapasztaltam. A másik lehetőség (B) szerint az aszkuszok beszáradása enyhe aktív spóraszórást váltott ki, de erős ellenérvként hozható fel, hogy az ilyen típusú tömlősombáknál a spórakoncentráció csapadék hatására még inkább tovább fokozódott volna. A Xylariaceae spórák esetében megfigyelt jelenségekre tehát a kiszáradással széteső spóratömeg száraz, passzív, kétlépcsős terjedését tartom elfogadható válasznak.

Xylariaceae terjedési egy

e0P	A kisméretű Xylariaceae spórák légköri szállítódása külön figyelmet érdemel. Az általam vizsgált mintákban ezek a spórák nem alkottak oktádokat, azonban az esetek 5%-ában jellegzetes terjedési egység képződött két (ritkán három) spórából, melyek lapos oldalukkal egymás felé fordulva összetapadtak.

A kettesével összetapadt Xylariaceae-spórák egyedül az RHd-3 adatsorral mutattak negatív összefüggést.

Az ilyen terjedési egység kétféle előnnyel is szolgál: egyrészt a két félgömb alakú spóra együtt teljes gömbbé egészíti ki egymást, mely aerodinamikai szempontból a legelőnyösebb alak a légkörben terjedő részecskék számára; másrészt a csírázási hasítékok a külső hatásoktól védve vannak. DAVIES (1957) szerint, különböző gombák esetében, a spórák alkotta terjedési egységek segítették a csírázási képesség fennmaradását a szállítódás időtartama alatt.	
ismeretlen Ascomycetes (*Venturia* sp.?)	
e1P	Az aszimmetrikus *Venturia*-típusú aszkospórák közelebbi meghatározása nehézségekbe ütközik, mert számos különböző gombanemzetség termel hasonló spórákat (vö.: Hirst és STEDMAN 1961, ALITT 1984). A brufai mintavételkor a kis (9-10x4 mm) és a nagy (15-16 × 6 mm) méretű *Venturia*-típusú spórákat külön vizsgáltam. (Megj.: a *Venturia inequalis* aszkospóráinak mérete BÁNHEGYI et al. 1985 alapján 12-16 × 5-7 µm.).
A kisméretű aszkospórák esetében a relatív páratartalom és az esőzés intenzitása növelték a koncentrációt. A megfigyelést megelőző időszak meteorológiai eseményei is jelentős szerepet töltöttek be (ezek fontossági sorrend szerint: RHd-1, Pd-3, Pd-1, Pd-2, RHd-2). Az észak-nyugati szél szintén közrejátszott a gomba terjedésében. Alacsony spóraszámot mértem a párolgás és a harmatpont növekedésekor. A koncentráció pozitív összefüggésben állt a légkörben sodródó vízcseppekkel.	
***Venturia* sp.**	
e1P	
A nagyméretű (15-16 × 6 µm) spórák koncentrációja az előbbivel ellentétes módon alakult. A koncentráció nőtt a Tmin és a csapadékmentes napok számának függvényében, valamint a Piché-féle evaporiméter szerint mért párolgással. A spórák a légkörben szálló talajszemcsékkel azonos időben jelentek meg. Csökkenés volt tapasztalható viszont a viharos széllel kísért esőzés, a több órás ill. több napos csapadék hatására.	
A nagyspórás *Venturia*-fajra vonatkozó eredményeim csak némi fenntartással vethetők össze a viszonylag széles körű szakirodalommal, ugyanis az általam vizsgált hónapokban már lecsengett a ventúria fő aszkospóra szóródási ideje, a hivatkozásokban szereplő növényvédelmi célú vizsgálatok pedig kora tavaszi időszakra vonatkoztak. A *Venturia inequalis* a legtöbb tömlősgombával ellentétben nem éjszaka szórja ki a spóráit, hanem nagy részüket (97,4 %) 7 és 18 óra között lehet a légkörből kimutatni (MCHARDY és GADOURY 1986). SEEM és mtsai (1979) a hőmérséklet pozitív hatásáról számoltak be, ezt azonban a 6 °C alatti tartományban igazolták. Több szerző (BEARDEN et al. 1976, LATORRE et al. 1985, SEEM et al. 1979, GADOURY et al. 1998, INGOLD 1960, VILLATA et al. 2002) laboratóriumi körülmények között megfigyelte a fény, a magas páratartalom, a köd, a levélfelületi nedvesség és az eső által eszközölt spóraszórást. Az általam használt statisztikai módszerrel a napsugárzás (a hőmérsékleten keresztül) ellenkező irányban fejte tte ki hatását, mint az esőzés, ezért e két ellentétes változó csoport nem adhat egyszerre pozitív eredményt egy napon belül. Nyári vizsgálataim során éppen a szárazsággal kapcsolatos változók voltak azok a tényezők, melyek hatására a spóra megjelent a légkörben. A csapadék szerepe ezért nyitott marad továbbra is. Lehetséges, hogy a fény pozitív befolyása elnyomta a termőtestek benedvesedését követő spóraszórásra utaló rangkorrelációs összefüggés eredményét. Meg kell említeni, hogy számos szerző beszámolt az esőmentes napokon csapdázott ventúriaspórákról is (BROOK 1969, CHILDS 1917, HIRST és STEDMAN 1962, KEITT és JONES 1926, MIller és WAGGONER 1958), mely vitákat váltott ki a kutatók körében. Erre a jelenségre keresett választ MCHARDY és GADOURY (1986) részletes cikke is, melyben felmerült az előző napi csapadék után másnap reggeltől meginduló aszkospóra szóródás lehetősége. Véleményem szerint azonban, az általam vizsgált időszakban már az előző, tavaszi hónapok során nagy mennyiségben légkörbe jutott spórák visszaszóródását figyeltem meg. Ezt a feltételezést erősíti meg, hogy a gombaelemek a talajszemcsékkel egy időben jelentek meg a Melinex-szalagon, vagyis lehetséges, hogy a talaj felszínéről, ill. a talaj könnyen porló felső rétegének bolygatásából származtak.	
Basidiomycetes (Basidiomycota)	
***Coprinus* spp.**	
e0P	A brufai levegőmintákban fellelhető bazidiospórák nagy része (22 %) különböző tintagombafajoktól származott.
A spórák számát főleg a Pd-3, Pd-2 emelte- ezt támasztja alá az RHd-3 pozitív, és az Sd-3 enyhe negatív hatása is. A légköri spóramennyiséget erősen növelte a 48 órás hőmérséklet emelkedés és a napsütéses órák magas száma is. A magas páratartalom lecsökkentette a légkörből csapdázott spórák számát, az eső szintén negatív, de gyengébb összefüggést adott. A spóraszám a 06:00-12:00 napszakkal pozitív, a 12:00-00:00 napszakkal negatív korrelációt mutatott.	
HASNAIN (1993), valamint LI és KENDRICK (1995b) szerint a hőmérséklet növelte a spóraszámot.	
***Agrocybe* spp.**	
e0P	A tőkegombák (*Agrocybe*-fajok) élénk sötétsárga színű, vastag falú spórái magánosan fordultak elő a levegőmintákban.
A koncentráció a 48 órás hőmérsékletemelkedéssel, és az előző napi esőzést követő magas hőmérséklettel adott szignifikáns eredményt. A spóraszám növekedését itt is legerősebben a Pd-3, kisebb mértékben az RHd-3 érték határozta meg. A magas harmatpont, a viharos esőzés, az Sd-3 és magas relatív páratartalom csökkentette a spórakoncentrációt.	
***Cortinarius* spp.**	
e0P	A pókhálósgombafajok sötétsárga spórái vastag falúak, rücskös felszínűek, kihegyesedő csúcsi részük sokszor hialin.
a koncentráció csupán a többórás ill. több napig tartó esőzéssel mutatott negatív összefüggést.	
***Ganoderma* spp.**	
e0P	A bazidiospórák kettős falúak, a belső réteg (episporium) oszlopos kiemelkedései elérik a színtelen exosporiumot, melyen ezáltal hálózatos felszíni mintázat alakul ki. A spóra narancssárga, a külső falból eredő hialin függelékkel.

A légköri koncentrációt befolyásoló tényezők közül a legfontosabb a Tk spóraszámnövelő, és a magas relatív páratartalom spóraszámcsökkentő hatása volt. Pozitív kapcsolat volt kimutatható a légköri homokszemcsék előfordulásával, a csapadékmentes napok számával és a párolgás mértékével is. A Pd-1 és a több órás esőzések csökkentették a bazidiospórák légköri szintjét.	
Irodalmi adatok szerint a *Ganoderma* spóraszámát növelte a Tmax, Tk, Tmin (HASNAIN 1993, LI és KENDRICK 1995b) és a relatív páratartalom (LI és KENDRICK 1995b); csökkentette a szél és a csapadék (HASNAIN 1993).	
***Boletus* spp.**	
e0P	A tinórugombák spórája sárgás színű, egyik oldalán ovális, másik oldalán szigmoid körvonalú.
A spórák mennyiségét a csapadék és a hirtelen széllökések csökkentették, a 48 órás hőmérsékletemelkedés, és a napi középhőmérséklet viszont fokozta a spóraszámot. A maximális spórakoncentráció időszaka 00:00 és 6:00 óra közé esett.	
***Inocybe* sp.**	
e0P	
A susulykagombák spóraszáma csupán a mintavételt megelőző harmadik napon mért magas relatív páratartalommal (RHd-3) és a légköri homokszemcsék megjelenésével mutatott pozitív kapcsolatot.	
A kevés szignifikáns eredmény oka a spóratípus viszonylag ritka előfordulása lehetett.	
***Bovista* spp.**	
e0P	E nemzetség gömbölyű, barna, kihegyesedő hialin függeléket viselő spórái ritkán kerültek a spóracsapdába.
A spórakoncentráció csak a megfigyelést megelőző nap nagyerejű széllökéseivel mutatott szignifikáns összefüggést.	
Telephoraceae	
e0P	E család bazidiospórái egysejtűek, szabálytalan háromszög alakúak, sárgásbarnák, a felszínükön aránylag hosszú tüskékkel.
A spóraszám légköri szintje a napi középhőmérséklet, Tmax és a 48 órás hőmérsékletemelkedés, ill. az Sd-1 hatására emelkedett. A viharos esőzés és a több órás csapadék csökkentette a gombaspóra koncentrációját. A légkörben szálló homok jelenlétében magasabb volt a gombaelemszám.	
HASNAIN (1993) szintén pozitív összefüggést talált e nemzetség spóráinak száma, és a hőmérséklet között.	
Telephoraceae (sötétbarna)	
e0P	
E gombaspóra sötétebb színű változata gyakrabban fordult elő dél-nyugati viharos szél és magas harmatpont alkalmával. A hosszabb (több órás vagy több napon át tartó) esőzések csökkentették a mennyiségét. A spóraszám 00:00-12:00 óráig magas volt, majd 12:00-18:00 között hirtelen csökkent.	
egyéb Basidiomycetes	
e0P	A nem azonosított, nagygombáktól származó, színes (barna vagy vöröses árnyalatú) spórákat gyakran összevontan vizsgálja a szakirodalom.
E spórák száma túlnyomórészt a Pd-3 függvényében növekedett. A második legfontosabb tényezőnek a 48 órás hőmérsékletemelkedés bizonyult, ezt követte a Tk és a Tmax értéke. Az esőzés függvényében a légköri spórakoncentráció csökkent. A légkörben szálló homokszemcsék feltűnése és a spóraszám emelkedése azonos időszakban következett be. A koncentráció és a napszak 06:00 és 12:00 óra között pozitív, míg 18:00 és 00:00 óra között negatív korrelációt adott.	
Az irodalmi adatok szerint a teljes bazidiospóraszám az esőzés eredményeként csökkent (HAMILTON 1959, LEVETIN 1998), azonban más adatok szerint a csapadék és/vagy a magas páratartalom hatására nőtt (BEAUMONT et al. 1985, GONZALO et al. 1997, LI és KENDRICK 1994, 1995, MCDONALD és O'DRISCOLL 1980, LYON et al. 1984, PALMAS és CONSENTINO 1990, SALVAGGIO 1986, SALVAGGIO és AUKRUST 1981). A koncentráció erősebb mértékben emelkedett a magas páratartalom következtében, mint az esőzések alkalmával (LYON et al. 1984, PALMAS és CONSENTINO 1990). A mintavétel idejénél két-három nappal korábbi esőzések (Pd-2, Pd-3) TUROTT és LEVETIN (2001) közleménye szerint ugyancsak emelték az összesített bazidiospóra számot, melyet a szerzők a termőtestek kialakulásával magyaráztak. GONZALO et al. (1997) valamint BURCH és LEVETIN (2002) a hőmérsékletnövekedéssel (Tmax, Tmin, Tk) negatív összefüggést igazolt, míg más szerzők (HAMILTON 1959, HASNAIN 1993, LEVETIN 1998, LI és KENDRICK 1995b, TUROTT és LEVETIN 2001) ennek ellenkezőjéről számoltak be. MCDONALD és O'DRISCOLL (1980) a napsütés negatív hatását is megfigyelte. BURCH és LEVETIN (2002) beszámolnak arról is, hogy a magas harmatpont pozitív hatást eszközölt, ezt azonban az eredményeim nem tükrözték. A szélcsend hatására növekvő koncentrációt figyeltek meg GONZALO és mtsai (1997), a szélsebesség irántól függően csökkentette vagy emelte a spóraszámot.	
Ustilaginomycetes (Basidiomycota)	
***Tilletia* sp.**	
e0P	E nemzetség nagyméretű, sárga, retikulált spórája igen ritka volt a csapdákban.
Valószínűleg alacsony légköri koncentrációja miatt nem mutatott szignifikáns korrelációt egyetlen meteorológiai változóval sem ez a spóratípus (KATIAL et al. 1997).	
Tranzscheliella hypodytes	

e0P	E faj kisméretű (4-5 um), sárgásbarna spóráján két hialin függelék (1um) figyelhető meg. Ez az üszöggomba is sokszor nagyobb csoportokban szállt a brufai légkörben.
A Tmin erősebb korrelációt mutatott mint a Tmax (vö: *Ustilago tritici/nuda*). A spórakoncentráció pozitív összefüggésben állt a napsütéses órák és a csapadékmentes napok számával. Ezzel szemben az esőzés időtartama, a Pd-1 és a Pd-2 negatív előjelű eredményt adott. A légnyomás emelkedésével növekvő spóraszám a gomba száraz légköri terjedésére utal. A koncentrációt a párolgás és a széllökések is növelték. A légkörben kimutatható homokszemcsék jelenlétében magasabb volt a spóraszám.	
***Urocystis* spp.**	
e#P	E fajok spóráját körülvevő steril sejtek a terjedést segítik, csökkentve a spóra fajsúlyát. Ehhez hasonló jelenséget *Pinus*-fajok virágporán levő légzsákok esetében ismerünk).
A gombaelem koncentrációja növekedett a csapadékmentes napok és a Tmin értékével, valamint a 4 m/s-t meghaladó nyugati szél hatására. 1994-ben széllökések hatására emelkedett meg a spóraszám, melyet az 1995. évben a köd mérsékelt.	
Ustilago bromivora	
e0P	E faj barna színű, durván szemcsés felületű, vastag falú spórája a levegőmintákban igen nagy mennyiségben, gyakran csoportosan volt fellelhető.
A gombaelem koncentrációjára erős hatást gyakoroltak a Tmin, a párolgás és a nagy erejű széllökések. Negatív összefüggést a Pd-1 értéke adott. A spóraszám maximuma 12:00 és 18:00 óra között alakult ki.	
Ustilago tritici/U. nuda	
e0P	E két faj spóráját levegőmintákban nem lehet elkülöníteni. A teliospórák egyesével, vagy nagyobb csoportokban (10-30db.) fordultak elő a levegőmintákban.
A párolgás bizonyult a legerősebb spóraszámot növelő tényezőnek. A csapadékkal kapcsolatos meteorológiai mutatók közül a Pd-1, a felhőborítottság, az esős napok száma és a viharos esőzések csökkentették leginkább a spórakoncentrációt (ez utóbbi tényező csak az 1994. évi brufa vizsgálat során bizonyult szignifikánsnak). A hőmérsékleti mutatók közül elsősorban a Tmin magas értéke növelte a spóraszámot, míg a légnyomás emelkedése negatívan hatott (1993, Torgiano). A szélcsendes napok során növekedett a spórakoncentráció. A párolgás és a harmatpont pozitív hatást gyakorolt az üszöggomba spórák légköri számára. A magas páratartalom esetén (1996, Ormelle) alacsony spóraszám volt megfigyelhető, sőt még a négy nappal korábbi magas relatív páratartalom (RHd-1, RHd-2, RHd-3, RHd-4) negatív hatása is érzékelhető volt. Az elemzés a spóraszám és a légkörben szálló talajszemcsék pozitív összefüggésére is rámutatott.	
A szakirodalomban található feljegyzések szerint a teljes üszöggombaszámot a tavasszal végzett vizsgálatokban a száradás (TUROTT és LEVETIN, 2001), a napsütéses órák száma (HAMILTON 1959), a hőmérsékletemelkedés (BURCH és LEVETIN 2002, CROTZER és LEVETIN 1996), a magas légnyomás, a szél és a széllökések (BURCH és LEVETIN 2002, HAMILTON 1959, GREGORY és SEEREMULU 1958, SREERAMULU 1962) növelték. A spóraszámot erősen csökkentette az esőzés (CROTZER és LEVETIN 1996, GREGORY és SEEREMULU 1958, HAMILTON 1959) és a magas páratartalom (HAMILTON 1959, CROTZER és LEVETIN 1996). A harmatpont pozitív hatását (CROTZER és LEVETIN 1996) nem tapasztaltam. SABARIEGO és mtsai (2000) késő őszi és téli koncentrációs maximumot mértek, a szerzők szerint a hőmérséklet és a szél csökkentette, a magas páratartalom növelte a spóraszámot. Ellentmondásos eredményeiket a szezonvégi csúccsal lehet magyarázni (JONES és HARRISON 2004). Az irodalomban szereplő vizsgálatok eredményei egész éves adatsorok alapján készültek, a kora tavaszi és és késő őszi időszakban azonban más módon érvényesül a legkisebb napi hőmérséklet hatása, mint a nyár eleji megfigyelések esetében (vö. Ascomycetes).	
Urediniomycetes (Basidiomycota)	
***Cronartium/Melampsora* spp.**	
e0H	A színtelen falú, kerek vagy enyhén szögletes, tüskésen díszített felszínű uredospórák száma a Hirst-típusú mintákban jelentős volt.
A koncentráció a nyugodt, meleg időjárást jelző magas légköri nyomás esetén mutatott növekedést, mely az RHd-1 és a felhőborítás hatására csökkent. A csapadékmentes időszak hossza szintén szerepet játszott a gomba magas légköri koncentrációjának kialakulásában. A brufai mérőállomáson 1996-ban a napsugárzás is kedvező tényezőként jelentkezett. Figyelemreméltó, hogy a spórakoncentráció a széllökések és az észak-keleti szél hatására erősen növekedett, míg a nyugati szél hatására kisebb mértékben csökkent. A széllökések hatása még a következő napon is szignifikánsan magasabb spóraszámot eredményezett. A harmatpont és a párolgás emelte a légköri spóraszámot, ez utóbbi bizonyult a legerősebb pozitív időjárási tényezőnek.	
VOURINEN és HELANDER (1995) vizsgálatában a *Melampsoridium betulinum* (Fries) Kleb spóraszáma növekedett a széllel és a hőmérséklettel; csökkent a napos órák számával valamint a magas páratartalommal.	
***Phragmidium* sp.**	
e≡P	
A *Phragmidium*-fajok nagyméretű teliospórái a dél-keleti szél hatására jelentek meg a levegőben.	
***Puccinia* spp. (uredospóra)**	
0P	Az uredospórák a brufai levegőmintában több különböző rozsdagombafajtól származtak. E barnás, több csírapórusú, sima vagy enyhén érdes felszínű uredospórák magánosan vagy kisebb csoportokban fordultak elő.

A hőmérséklet, a napsütéses órák száma illetve a napsugárzás pozitívan, míg a felhőborítás, a köd, a csapadékos napok száma, a több órás esőzés negatívan hatott a gombaelemszámra. A csapadék intenzitása és az esőzéssel egyszerre jelentkező szél csökkentette a légköri spóramennyiséget, de a legerősebb negatív hatást a Pd-1 adta. Nagyobb rozsdagomba spóraszám növekedést váltott ki a párolgás, de erős hatást gyakorolt a legkisebb napi hőmérséklet (Tmin), továbbá az Sd-1 és Sd-2 értéke is. A légkörben szálló homok és a spóraszám között a számítások pozitív kapcsolatot igazoltak. A koncentráció negatív összefüggésben állt a légkörben sodródó vízcseppekkel.

A szakirodalom többnyire a szél (CARTER et al. 1970, HIRST 1961, SMITH 1966, SACHE 2000) illetve a széllökések (SACHE 2000) uredospóraszám növelő hatását hangsúlyozza, de a kifújás/hígítás jelensége is előfordul (HAMILTON 1959). Az esőzés szerepe igen ellentmondásos: a szerzők legtöbbször az eső pozitív szerepéről számolnak be (GEAGEA et al. 1999, 2000: *P. recondita* f. sp. *tritici*, *P. striiformis*, NUTMAN et al. 1960, BOCK 1962: *Hemileia vastatrix*, HIRST 1961: *P. graminis*, CARTER et al. 1970: *Tranzschelia discolor*). A csapadék kimosó hatása ritkábban bár, de szintén érvényesült (HAMILTON 1959: *Puccinia* spp.), főként viharos esőzéskor (SACHE 2000). Az ehhez a témához kapcsolódó, és többször felmerülő ellentmondásos jelenségek megvitatását a száraz időjárást leíró fejezetben részletesen kifejtem (pl. a *Cladosporium*- és a *Botrytis*-konídiumcsomók). WEINHOLD (1955) beszámol arról, hogy a rozsdagombák uredospórái a magas légköri páratartalom esetén, megnövekedett súlyuknál fogva gyorsabban ülepedtek. A fényerősség és a hőmérséklet is valószínűleg ezen keresztül fejtette ki másodlagosan pozitív hatását (SMITH 1966: P. graminis var. tritici). CARTER és mtsai (1970) leszögezik, hogy a rozsdagombák esetében nincs egységes, valamennyi fajra jellemző terjedési mód, ezért fajszintű vizsgálatokra lenne szükség. Mivel a morfológiai határozásnak ebben az esetben komoly korlátai vannak, a kutatásokat molekuláris módszerekkel lenne célszerű kiegészíteni.

Puccinia spp. (teliospóra)

e1P	A *Puccinia*-fajok vastag falú teliospórái ritkák voltak a vizsgálat időszakában.

A koncentráció és a légnyomás között negatív kapcsolatot, míg az uralkodó szélirány megváltozása alkalmával spóraszám növekedést lehetett kimutatni. A spórák száma pozitív összefüggésbe állt az esti-éjjeli napszakkal (18:00-00:00).

Anamorf gombák
Alternaria spp.

e#P	E gombanemzetség konídiumai minden nap előfordultak a spóracsapda szalagján. A koncentráció átlaga 75 db/m^3, maximuma 344 db/m^3 volt. A vizsgált minták 52%-ában 50 db/m3-nél magasabb, míg 32,6%-ában 100 db/m3-ál magasabb koncentrációt mértem. A Hirst-típusú levegőmintákban az *Alternaria*-fajok fajszintű azonosítása többnyire nem lehetséges. Az egyes alaktani jellemzők alapján több típust elkülönítettem, ezeket külön vizsgáltam a statisztikai feldolgozás során. A megvizsgált *Alternaria*-fajokat és morfológiai változatokat a 10. ábrán (3. sz. melléklet) mutatom be. A szakirodalomban is találhatunk ilyen törekvéseket az alaktani csoportosításra (HAMILTON 1959, ROTEM 1994, SREERAMULU 1959) de a szerzők túlnyomó többsége az *Alternaria*-nemzetségen belül nem fordított figyelmet a különbségekre, ezért ezeket a hivatkozásokat az alábbiakban foglalom össze.

Az *Alternaria*-nemzetség a legerősebb gombaeredetű allergia kiváltására képes (WILKEN-JENSEN és GRAVESEN 1984), ezért valamennyi gombaelem közül a legkiterjedtebb irodalommal rendelkezik. A közlemények megegyeznek abban, hogy az alternáriafajok koncentrációját a hőmérsékletnövekedés fokozza (ANGULO-ROMERO et al. 1999, BALLERO et al. 1992, BURCH és LEVETIN 2002, CALDERÓN et al. 1997, CORDEN és MILLINGTON 2001, FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ et al. 1993, GINER et al. 2001, GINER és GARCIA 1995, HAMILTON 1959, HJELMROOS 1993, LI és KENDRICK 1995b, LYON et al. 1984, MITAKAKIS et al. 1997, MUNUERA et al. 2001, STENETT és BEGGS 2004, TUROTT és LEVETIN 2001, PALMAS és CONSENTINO 1990, PAREDES et al. 1997, ROSAS et al. 1990, SABARIEGO et al. 2000, SRIVASTAVA és WADHWANI 1992). Az alternáriák a legmelegebb és legszárazabb napszakban érik el a maximális légköri koncentrációt (ROTEM 1994). A napsütéses órák növekvő számát szintén kedvezőnek tartják (ANGULO-ROMERO et al. 1999, SABARIEGO et al. 2000). A harmatpont szerepe ellentmondásos, mely egyes vizsgálatokban csökkentette (TUROTT és LEVETIN 2001) máskor növelte (BURCH és LEVETIN 2002, HAMILTON 1959) a konídiumszámot. Számos szerző eredményei azt mutatják, hogy a konídiumszámot a szélsebesség emeli (CADMAN 1991, CALDERÓN et al. 1997, BALLERO et al. 1992, GONZÁLEZ-MINERO et al. 1994, HASNAIN 1993, HJELMROOS 1993, HAWKE és MEADOWS 1989, MUNUERA et al. 2001, RUTHERFORD et al. 1997, STENETT és BEGGS 2004), ezt esetenként csak a szél irányától függően lehet kimutatni (BURCH és LEVETIN 2002). A légmozgás hatása a szélirány függvényében lehet negatív (MUNUERA et al. 2001), vagy éppen hatástalan is (BALLERO et al. 1992, BURCH és LEVETIN 2002, HERRERO és ZALDIVAR 1997, SABARIEGO et al. 2000). A magas légnyomás csökkenti a koncentrációt (STENETT és BEGGS 2004, BURCH és LEVETIN 2002). A magas páratartalom nem kedvez a magas gombaelemszám kialakulásának (BALLERO et al. 1992), mely a szabadföldi kísérletekben a csapadék- és öntözésmentes napokon is éreztette negatív hatását (CALDERÓN et al. 1997, LEACH 1975). Egy mexikói vizsgálatban a Td-1 és az RHd-1 növelte az alternária koncentrációt (CALDERÓN et al. 1997). A csapadék több vizsgálat szerint csökkenti a konídiumszámot (ANGULO-ROMERO et al. 1999, CORDEN és MILLINGTON 2001, MITAKAKIS et al. 1997). STENETT és BEGGS (2004) a megfigyelést megelőző napok hatását vizsgálva megállapították, hogy pozitív hatású volt a Td-1-3, Pd-2-3, RHd-1-3, harmatpont d-1-3, ellenben csökkentette a spóraszámot a szélerősség d-1, legmagasabb szélsebesség d-3, légnyomás d-1-2. Egy mexikói vizsgálat szerint hasonlóképpen növelte az alternária koncentrációt a Td-1 és az RHd-1 (CALDERÓN et al. 1997). Amennyiben a konídium és a konídiumtartó közötti szakítószilárdság kicsi, a gyengébben kapcsolódó gombaelemek kisebb légmozgás (0,5-1 m/s) hatására, illetve korábbi napszakban szóródnak ki. Az erősebben rögzült fajok konídiumai nagyobb szélsebességben és később szakadnak le (pl. *A. dauci*: 2-3 m/s, STRANDBERG 1977; *A. porri*: 3-6,6 m/s ROTEM 1994). A legkisebb napi relatív páratartalom negatív, de a legmagasabb érték pozitív hatást gyakorolt (STENETT és BEGGS 2004). Az alternáriák esetében többen beszámoltak száradás hatására fellépő aktív szórásról: az *A. alternata* és az *A. porri* esetében higroszkópikus mozgásoka─ sőt az előbbi gombánál a de Bary-féle gázvakuólumok képződését is közölték (MEREDITH 1963, 1966, MUNUERA et al. 2001). E folyamat során gyakran csak meglazul a konídium, a valódi spóraszóródás passzívan, már gyenge szél hatására következett be (vö: kétlépcsős terjedés), amennyiben a spórák kiszóródását nem akadályozta meg a harmat révén kialakult magas felületi feszültség (MEREDITH 1966). A napi koncentráció görbéje ezért gyakran kétcsúcsú: a reggeli nedvességcsökkenést jelző kisebb emelkedést a délutáni nagyobb csúcs követi. Az első csúcsot a konídiumtartónak a páratartalom változásaira bekövetkező mozgása és a vörös-infravörös fény váltja ki, a másodikat pedig a felmelegedés hatására fellépő

turbulens áramlatok (LEACH 1975).

Alternaria tenuissima-típus

e#P	E típust áttetsző, világosbarna szín, sima felszín jellemezi. A hosszanti és keresztirányú válaszfalakkal közrezárt sejtekben vezikulumok láthatók, a középső keresztirányú válaszfal megvastagodott. A hírtelen keskenyedő csőr a konídiumtesttel azonos színű és nagyjából azonos hosszúságú.

A hőmérséklet növekedése magas konídium koncentrációt váltott ki, a legalacsonyabb napi hőmérséklet kiemelkedően erős hatással bírt. A Piché-féle párolgás és a napsugárzás adataival végzett számítások is pozitív összefüggésre mutattak rá. A három nappal korábbi esőzés (Pd-3) emelte a gombaelemek számát, de az aznapi, és az előző napi csapadék (Pd-1) csökkentette azt. A Pd-1 bizonyult a legerősebb spóraszámcsökkentő változónak. A 0,5 m/s feletti szélsebesség hatására emelkedett a koncentráció. A légkörben szálló talajszemcsék és a konídiumkoncentráció között is szignifikáns összefüggés állt fenn. A gombaelemek főként a 12:00 és18:00 óra közötti napszakban fordultak elő.

Alternaria alternata-típus

e#P	Ezt a típust az alábbi bélyegek alapján különítettem el: finoman tüskés mintázatú felszín, a sötét fakó, szürkésbarna konídiumtesttől élesen elütő, szubhialin csőr, melynek bunkós, kiszélesedő végén fekete hilum figyelhető meg.

Az időjárás hasonló hatását tapasztaltam, mint az *A. tenuissima*-típusnál (a Tk pozitív, a csapadék mennyiség és intenzitás negatív, pozitív összefüggés a légköri talajszemcsék előfordulásával). Lényeges különbségnek tartom azonban, hogy az A. alternata-típus konídiumszámát a párolgás és kiszáradás nem befolyásolta. A legalacsonyabb konídiumszám értékek a 00:00 és 6:00 óra közötti napszakra estek.

HAMILTON (1959) elkülönítve vizsgálta az *A. tenuis* (syn.: *A. alternata*)-típust, és kimutatta a száraz időjárás, a magas hőmérséklet (24-29 ^{o}C), a harmatpont, a széllökések pozitív hatását. és A magas légnyomás kedvezőtlen hatású volt. A koncentráció legmagasabb értéke a délutáni órákban alakult ki.

Alternaria spp. (csőr nélkül)

e#P	

A konídiumok számát legerősebben a Tk (pozitív irányban) és a Pd-1 (negatív irányban) befolyásolta. Az égbolt felhőborítottsága, az RHd-1, és az egymást követő esős napok száma csökkentette a gombaelemszámot. A párolgás, az Sd-2, az észak-keleti szélirány növelte a légköri spórakoncentrációt. A légkörbe került talajszemcsék és a konídiumok mennyisége között szignifikáns összefüggést találtam.

SREERAMULU (1959) elkülönítve vizsgálta a csőr nélküli és a csőrrel rendelkező alternáriákat és megállapította, hogy az előbbi típus koncentrációja kétórás késéssel érte el a csúcsot a másikhoz képest.

Alternaria chrysanthemi-típus

e≡P	Jellegzetessége a hosszúkás, hasáb alakú, csőr nélküli szubhialin konídium 4-5 keresztfalallal; hosszanti válaszfalak nem láthatók. Több alternáriafajnál, elsősorban a lánc fiatalabb tagjainál is tapasztalhatunk hasonló bélyegeket.

A gombaelemek mennyiségét legerősebben befolyásoló pozitív hatás a Piché-féle párolgás volt. A konídiumszámot leginkább az RHd-1 csökkentette, de fontos szerephez jutott az esőzés, és az egymást követő esős napok száma. E konídium pozitív korrelációt mutatott az észak-keleti szélránnyal, és a levegőben található homokszemcsékkel is.

Alternaria spp. (sötétbarna, ép)

e#P	A konídiumtest mély tónusú, kevésbé áttetsző, sima felszínű és ép. A gombaelem belsejében sötét, megvastagodott hosszanti és keresztirányú válaszfalak láthatók, a közrezárt sejtekben nincsenek vezikulumok. A csőr a konídiumtesttel azonos színű, változó hosszúságú, hirtelen keskenyedő.

E gombaelem esetében- a többi Alternaria-típustól eltérően a legerősebb pozitív tényező a Tmax értéke volt. Kedvező volt a napsütéses órák és a csapadékmentes napok számának hatása, valamint 48 órás hőmérsékletnövekedés. A harmatpont és a Wild-féle párolgás szintén növelte a spóraszám mennyiségét. A legerősebb koncentráció-csökkenést az esőzés (több órás vagy viharos esőzés) váltotta ki. Az előző napok eseményeit vizsgálva csak rövidtávú, egy napos hatásokat lehetett kimutatni: a Pd-1 és az RHd-1 negatív; míg az Sd-1 pozitív korrelációt adott. A spóraszám 00:00 és 6:00 óra között szignifikánsan alacsony volt.

A fenti morfológiai változat feltehetőleg nem takar külön fajt, hanem alakmódosító környezeti hatások következtében alakult ki. A sötétebb színű konídiumok valószínűleg hosszabb ideig erős napsugárzásnak kitéve színeződtek el, melyre a napsütéses órák számával kimutatott összefüggés világít rá. A gombaelemek ilyen elszíneződését több helyen megemlíti a szakirodalom is (HUDSON 1986, HUGHES 1976). Kiszáradáskor a spórák színe többnyire sötétebb lesz, és mivel tömegük is csökken, ezért tovább maradnak a légkörben.

Alternaria spp. (sötétbarna, roncsolt)

e#P	A konídiumokon gyakran különböző morfológiai elváltozások, sérülések nyomai voltak megfigyelhetők (erősen kiszáradt és roncsolódott spórafal, törött rosztrum). E töredezett sötétbarna *Alternaria*-típus hasonló levegőbiológiai tulajdonságokkal írható le, mint a fent részletezett ép sötétbarna *Alternaria*-típus.

Figyelemre méltó különbség az előbbi típushoz képest a töredezett konídiumok pozitív kapcsolata a keleti szélránnyal, és a napsugárzással. További különbség, hogy a legerősebb hatást nem a legmagasabb (Tmax), hanem a legalacsonyabb napi hőmérséklet (Tmin) szabta meg. A legerősebb negatív összefüggés ez esetben is a Pd-1 értékkel állt összefüggésben, azonban a Pd-2 is szabályozta a gomba elemszám légköri ingadozását. A roncsolódott alternária gombaelemek száma mind a talaj, mind a homokszemcsék feltűnésével összefüggést mutatott.

A kiszáradt alternária konídium rostruma és csírája sokszor letörik, a konídiumtestben található elsődleges haránt keresztfalak valószínűleg a gyűrűs szerkezetük miatt jobban megőrzik alakjukat, de a hosszanti keresztfalak gyakran összegyűrődnek.	

Alternaria spp. (csírázó, ép)

e#P	
E spóratípus koncentrációja kizárólag az előző napi erős széllökésekkel állt szignifikáns kapcsolatban.	
E típusnál feltételezhetően a konídiumok már korábban lerakódtak valamilyen szaporodáshoz kedvező szubsztátumon, ahonnan a kicsírázást követően visszaszóródtak a légkörbe. Az eredmények alátámasztották ezt az elméletet: HUDSON (1986) szerint az *Alternaria*-konídiumok igen gyorsan csírázásnak indulnak már alacsony páratartalom mellett is, azonban a levélfelszínen tapasztalható erős mikroklimatikus ingadozások során gyakran kiszáradnak. A fenti eredmények alapján feltételezhető, hogy a konídiumok már egy korábbi alkalommal lerakódtak egy csírázásnak kedvező szubsztrátumon (levél, nedves talaj), ahonnan az erős szél hatására leszakadtak, és visszaszóródtak a légkörbe.	

Alternaria spp. (csírázó, roncsolt)

e#P	E típusnál a konídiumból hífa hajtott ki, de a konídiumtest és a hífa töredezett és kiszáradt volt. Amennyiben a hífa vége letörött, nem állt módomban megállapítani, hogy másodlagos konídiumtartót, vagy csírázást figyeltem meg.
Az ilyen konídiumok magasabb koncentrációja a dél-keleti szélirány esetében volt kimutatható. A erős pozitív tényezőként szerepelt a Tmin, míg a relatív páratartalom csökkentette a koncentrációt.	

Alternaria raphani-típus

e#P	A konídiumtest nagy méretű, a keresztfalak mentén erősen befűződött, kigömbölyödő, duzzadt sejtekkel, színe világosbarna, a rövid rosztrummal megegyező. A hőmérséklet emelkedésekkor (elsősorban a Tk esetében) a konídiumszám csökkenését tapasztaltam. Az intenzív vagy több napig tartó esőzés kedvezett a magas koncentráció kialakulásának, akárcsak az észak-nyugati szélirány. A gombaelemszám növekedését figyeltem meg a rézgálic permetcseppek jelenlétében.
E konídiumok valamennyi fent említett mesterséges alternária csoporttal ellentétes levegőbiológiai tulajdonságokat mutattak.	

Alternaria brassicae

e#P	E spóratípust jellegzetes, nagyméretű konídiumai alapján, fajszinten azonosítottam. A konídiumok hármasával-négyesével, csoportokban jutottak a levegőbe.
A spóraszám a dél-nyugati széllel emelkedett. A koncentráció maximuma 12:00 és 18:00 óra között jelentkezett.	

Alternaria spp. (konídiumlánc)

e#P	Számos fent felsorolt alternáriát konídiumláncban figyeltem meg a levegőmintákban.
A konídiumláncok mennyisége korrelált a talajszemcsék jelenlétével, a csapadékmentes napok számával és a nyugati széliránnyal.	
A szakirodalom megemlíti, hogy a spórák szél általi szállítódása láncban hatékonyabb (ROLL-HANSEN és ROLL-HANSEN 1980). A láncot alkotó spórák (pl. *A. alternata*) könnyebben leszakadnak, mint a nagyméretű, magányosan képződő alternáriák (ROTEM 1994). A láncokon belüli kapcsolat tartósságát, levegődinamikai erőkkel szembeni ellenálló képességét mutatja, hogy magasabb légrétegben folytatott csapdázás alkalmával is előfordultak.	

Ampulliferina persimplex

e1P	E gombafaj szétszakadt láncának tagjaiból álló kisebb arthrokonídium csoportokat több, egymást követő esőmentes nap után találtam a mintában.
Ezeket a gombaelemeket a több órán ill. napon át tartó esőzések távolították el a légkörből.	

Ampulliferina persimplex (lánc)

e1P	A konídiumok 6%-a tartotta meg a láncszerkezetet.
A konídiumláncok dél-nyugati szél és a hosszabb csapadékmentes időszak esetén jelentek meg.	

Arthrinium spp.

e0P	E konídiumok csokoládébarna színűek, egysejtűek, oldalról lapítottak, szabálytalan körvonalú korong alakúak.
A gombaelemek száma a Tmax függvényében növekedett leginkább, és a csapadék különböző mutatói, elsősorban a Pd-1 csökkentette a spórakoncentrációt, a relatív páratartalom azonban nem fejtett ki hatást. A gomba légköri terjedésének kedvezett a párolgás és a száraz időszak hossza is. A konídiumszám emelkedése egybeesett a homokszemcsék feltűnésével a légkörben.	

Arthrinium cuspidatum

e0P	A szittyóféléken élő *A. cuspidatum* konídiumai sarló alakúak.
A konídiumok a nagyerejű széllökések és a hirtelen szélirányváltozás alkalmával, és egy *Alnus*-faj virágporával egyszerre tűntek fel a levegőmintákban.	
Az *Arthrinium*-nemzetség további két faja (az *A. caricicola* és az *A. luzulae*) szintén előkerült a brufai mintavételek során.	

Aspergillus/*Penicillium* spp.

e0H,P	E spóratípus nemzetségszintű azonosítására morfológiai módszerrel csak abban az esetben nyílt lehetőség, amennyiben a konídiumok hosszú láncszerkezete a légköri szállítódás során fennmaradt. Az erre vonatkozó vizsgálatokat EDUARD és AALEN (1988), valamint LACEY (1991) foglalta össze.
A konídiumláncok a nyugati szél hatására, és a legmagasabb napi hőmérséklet (Tmax) függvényében jelentek meg a csapdák szalagján. Az észak- északkeleti szél (>4 m/s), és a viharos esőzés csökkentette a gombaelemszámot.	
LI és KENDRICK (1994) a tavaszi-nyári időszakban a szélerősséget találta a konídiumszámot meghatározó meteorológiai tényezőnek, a hőmérséklet emelkedése viszont nem bizonyult szignifikáns hatásúnak. A relatív páratartalom emelkedése akadályozta a magas spóraszám kialakulását. LI és KENDRICK (1995b) ezzel a spóratípussal kapcsolatban megjegyezte, hogy az eredmények értékelésénél figyelembe kell venni a több faj összevonásából eredő adatok összemosódását, valamint a magános spórák rossz érzékelhetőségét. HAMILTON (1959) valószínűleg szintén ez okból nem talált szignifikáns meteorológiai összefüggést a szóban forgó gombacsoporttal kapcsolatban. Véleményem szerint a további vizsgálatokban az Andersen-féle mintavevő tenyésztéses eredményei lehetnek mérvadóak.	

Belemnospora verrucosa

e≡P	A 0-2 válaszfalas konídiumok kúp alakúak, lemetszett alapi részükön gyűrűs megvastagodás figyelhető meg, méretük 8-13,5 × 2,5-5 µm között változik. A gombaelem nem ritka, de kis mennyiségben fordul elő a levegőben: az 1996. évi, brufai mintában érte el maximális (5 db/m^3) koncentrációját.
A légnyomással negatív, a nyugati széllel és a levegőbe jutott talajszemcsékkel pozitív korrelációt adott.	
A levegőmikológiai szakirodalom egyetlen alkalommal tesz említést e gombáról (ALITT 1985), mint kis mennyiségben, de gyakran előforduló, kevéssé feltűnő konídiumról, mely ezért gyakran kimarad a faj felsorolásokból.	

Beltrania rhombica

e0P	
Konídiumszáma a harmatpont, csapadékmentes napok száma és a Tmax emelkedésével nőtt. Mennyiségét a nyugati szél fokozta, míg a Pd-2, Pd-3 csökkentette.	

Bipolaris spicifera

e≡P	
Konídiumszáma pozitív kapcsolatban állt a Tmax értékével. Az egy-két nappal korábbi esőzés (Pd-1, Pd-2) csökkentette a gombaelem légköri mennyiségét. A szélcsend esetén alacsonyabb koncentráció alakult ki. A légköri homokszemcsék jelenlétében magasabb volt a konídiumok száma.	

Bipolaris spp.

e≡P	A nagyméretű (>100 µm) konídiummal rendelkező *Bipolaris*-fajokat soroltam e csoportba.
A konídiumok a nyugati szél hatására jelentek meg.	

Botrytis sp.

e0H	A *Botrytis*-konídiumok oválisak, hialinok, néha halvány barnás színűek, simák, egyesével vagy csomókat alkotva fordulnak elő a levegőmintákban.
Az összes konídium mennyisége a fokozódó Wild-féle párolgás esetén növekedett. Kedvező hatása volt a Tk és Tmin, az Sd-1 és az Sd-2 értéknek, és a szárazság hosszának is. Az erős napsugárzás szintén növelte a légkör konídium-telítettségét (1995, Brufa). A koncentráció légköri homok jelenlétében szignifikánsan magasabb volt. Egyetlen évben (1994, Brufa) az észak-nyugati szél lecsökkentette a gombaelemszámot, más esetben viszont (1993, Torgiano) a déli irányú légáramlatok hatására megnövekedett a koncentráció. Az eső, a RHd-1, a felhőborítás és a magas légköri páratartalom okozott nagyobb arányú konídiumszám csökkenést. Az erős széllel kísért esőzések (1994, Brufa), a több órás esőzés (1995, Brufa) és a csapadék intenzitása akadályozta a magas koncentráció kialakulását, de leghatékonyabban az egymást követő csapadékos napok száma szerint csökkent a spórakoncentráció.	
A magas páratartalom (CHASTAGNER et al. 1978, DIAZ et al. 1997) és a köd (CHASTAGNER et al. 1978) csökkentette, a hőmérséklet (HAMILTON 1959, CHASTAGNER et al. 1978) ill. a Tmax (DIAZ et al. 1997) növelte a gombaelemszámot, mely adatok egybevágnak az általam kiszámított eredményekkel. A Wild-féle párolgás és a napsugárzás *Botrytis*-spórakoncentrációt növelő hatása a szakirodalomban található vizsgálatok szerint azzal magyarázható, hogy a konídiumtartók a változó páratartalom vagy fényerő hatására minden szeptumnál 90°-os szögben elfordulnak; e higroszkópikus mozgás teszi lehetővé a konídiumok meglazulását (JARVIS 1962a,b). E folyamat rendszerint 85-65%-os relatív páratartalom érték között játszódik le, mely a reggeli órákra jellemző, mikor az éjszakai harmatot erős napsugárzás szárítja fel. A meglazult konídiumok leválásához és légkörbe jutásához további kinetikus energiára is szükség lehet. DOBBS (1942) szerint a *Botrytis*-konídiumok már igen gyenge szél (0,3 m/s) hatására ”lehámlanak” a konídiumtartókról, majd a fokozódó szélerősség hatására inkább a koncentráció csökkenése figyelhető meg (FITT et al. 1985, HAMILTON 1959, HARRISON és LOWE 1987, HISLOP 1969, JARVIS 1962b, SUTTON et al. 1978, vö.: 1994, Brufa).	

Botrytis (konídiumcsomó)

e0H	A konídiumokat esetenként csomókba rendeződve figyeltem meg, ilyenkor alapi részükkel egy irányban helyezkedtek el.
A konídiumcsomók vizsgálata a Tk (pozitív) és az RHd-1 (negatív) hatására nézve az előzőekhez hasonló eredményt hozott, de az esőzéssel szemben nem volt szignifikáns eredmény. További különbséget jelentett az is, hogy a konídiumcsomók légköri koncentrációját inkább a Piché-féle párolgás fokozta. A konídiumcsomók esetében nem a légköri homokkal, hanem a talajszemcsékkel tapasztaltam egyidejű előfordulást.	

JARVIS (1962b) málnaültetvényben végzett megfigyeléseinek leírásában is beszámol az általam is megfigyelt *Botrytis*-konídiumcsomókról, azzal a megjegyzéssel, hogy véleménye szerint a túlfeszült konídiumtartó hirtelen visszacsavarodása, ill. enyhe bolygatás hatására válhattak le a spóraaggregátumok. LACEY (1991) szerint aktív spóraszórással nem képződnek konídiumcsomók. HARRISON és LOWE (1987) kísérletesen bizonyította, hogy a *B. fabae*-konídiumok 43 %-a, a *B. cinerea*-konídiumok 74 %-a csomókban szóródott ki a telepek fölött átáramoltatott gáz hatására (*B. fabae*: csomónként átlagosan 6 db konídium, *B. cinerea*: csomónként átlagosan 4 db konídium). Az áramlás sebességének növelésével (10 m/s) nőtt a légköri koncentráció, ekkor főként már csomókba tömörült konídiumokat lehetett megfigyelni (LACEY 1996). A higroszkópikus mozgásokkal előzetesen meglazult konídiumok leválása valószínűleg már igen kis szélsebességnél végbemegy, míg a konídiumcsomók leszakítása valamivel nagyobb kinetikus energiát igényelhet. Feltételeztem tehát, hogy a brufai konídiumcsomók nem az aktív szórással, hanem erősebb bolygatás hatására jutottak a levegőbe. A konídiumcsomók leginkább a csapadékkal adott eredményekben tértek el az összes *Botrytis*-konídium biometeorológiai jellemzőitől. Az összes konídium esetében az esőzés szignifikánsan negatív volt (rs=-0,275), a csapadék intenzitása, bár nem szignifikáns, de erős értéket adott (rs=-0,196); ezzel szemben a konídiumcsomók rangkorrelációs együtthatója közel nulla értéket vett fel (esőzés rs=0,06; csapadék intenzitása rs=0,02, vagyis nem adott szignifikáns összefüggést egyik változóval sem). Hasonló jelenséget gyakran tapasztaltam a nedves bolygatás révén légkörbe szóródó a xerospóráknál. A *Botrytis*-konídiumok hidrofób, xerospóra jellegű tulajdonságára utal az is, hogy a vízcseppek felszínén, és nem azok belsejében helyezkednek el, így a levélről legördülő esőcsepp hátrahagyja ezeket a spórákat. A xerospóra-jelleg elősegíti a szőlő viaszos, azaz szintén hidrofób részein (fiatal hajtásain, zsenge levelein, bimbós virágzatán) való megtapadást (LEHOCZKY 1972). A *Botrytis* esetében több szerző által említett esőzéskori terjedést (JARVIS 1962b, HISLOP 1969, SUTTON et al. 1978) tehát csak a konídiumcsomók esetében tapasztaltam a levegőben.

Botrytis (barnás)

e0P	Azokat a *Botrytis*-konídiumokat, amelyek barnás színűek voltak, külön vizsgáltam.

Ez esetben a nyugati szélirány, ill. a dél-nyugati irányú (4 m/s feletti) szél befolyásolta a gombaelemek számát. A napi hőmérsékletingadozás kisebb (pozitív) szerepet játszott a spóraszám kialakításában.

Ezek a konídumok valószínűleg a régebben szóródtak ki és hosszabb ideig lehettek kitéve a napsugárzásnak.

Capnobotrys sp.

e≡P	E nemzetség micéliumdarabkái sárgásbarna színűek, 4-5 db gömbölyű, egyre csökkenő átmérőjű sejtből épülnek fel, durva felszínüket léces dudorok díszítik. A Hirst-típusú mintákban ritkák, a levegőben inkább a rövidebb, 3-4 válaszfalas formában találhatók.

A koncentráció a felhőborítással negatív, a párolgás mértékével pozitív előjelű összefüggésben állt. A gombaelem koncentrációja a széllökések utáni napon szintén emelkedett.

Cercospora spp.

fH	

E konídiumok a csapadékmentes napok számával korreláltak pozitívan, a koncentráció 12:00 és18:00 óra között érte el a maximumát.

Cheiromycella microscopica

bP	

E gombafaj konídiuma a 4 m/s sebességet meghaladó keleti- északkeleti széllel jelent meg a légkörben.

Cladosporium spp.

e≡P	A levegőmintákban található konídiumokat valószínűleg 2-3 faj (*C. cladosporoides*, *C. herbarum*, stb.) keverékének kell tekintenünk. Ez a gombaelem volt a levegőből legnagyobb mennyiségben kimutatható biológiai eredetű részecske.

Az olaszországi levegőminták teljes *Cladosporium*-száma a Tmin, a Pd-3 és a keleti szél hatására növekedett. Az erős széllökéseket követő napon csökkent a spórák légköri száma, de az enyhe légmozgások (0,5 m/s) kedveztek a magasabb koncentráció kialakulásának. A csapadék általános koncentráció-csökkentő hatása ez esetben nem volt szignifikáns. A legmagasabb koncentrációt 12:00 és18:00 óra között mértem, mely a 00:00-6:00 napszakban érte el a legalacsonyabb szintet.

A hőmérséklet *Cladosporium*-koncentrációt növelő hatását illetően egységesek a szakirodalomban található eredmények (BALLERO et al. 1992, BEAUMONT et al. 1985, BURCH és LEVETIN 2002, CALDERÓN et al. 1997, FERNÁNDEZ et al. 1998, HAMILTON 1959, HASNAIN 1993, HJELMROOS 1993, HO et al. 1995, KATIAL et al. 1997, KURKELA 1997, LI és KENDRICK 1995b, LIM et al. 1998, SABARIEGO et al. 2000). TUROTT és LEVETIN (2001) a *Cladosporium*-koncentráció és a Tk; HASNAIN (1993) a Tmax, HERRERO és mtsai (1996) pedig a Tmin értéke közötti pozitív korrelációról számoltak be. FERNÁNDEZ és mtsai (1998) szerint a napos órákkal pozitív korreláció áll fenn. E munkacsoport a szélsebességgel negatív összefüggést tárt fel (FERNÁNDEZ et al.1998), viszont BURCH és LEVETIN (2002) dolgozata a légáramlás spóraszám növelő hatása mellett érvelt. A légnyomás szerepének vizsgálata hasonló ellentmondásokkal szolgált, itt kedvező hatást írt le TUROTT és LEVETIN (2001), valamint BURCH és LEVETIN (2002), míg BALLERO és mtsai (1992) ellenkező eredményre jutottak. A magas páratartalom negatív (BALLERO et al. 1992, CALDERÓN et al. 1997, FERNÁNDEZ et al. 1998, HO et al. 1995, LIM et al. 1998, PALMAS és CONSENTINO 1990) és pozitív (KATIAL et al. 1997) hatására egyaránt akad példa, az utóbbi közleményben az esővel adott negatív korrelációt is említenek a szerzők. A csapadékkal kapcsolatban is gyakran találhatunk ellentmondásos eredményeket, melyekre a száraz időjárást tárgyaló fejezetben részletesen kitérek. A kladospóriummal viszonylag kevés szignifikáns összefüggést kaptam. Ennek oka ezúttal valószínűleg nem a többféle, különböző levegőbiológiai tulajdonságokkal rendelkező faj összevonása. SABARIEGO és mtsai (2000), valamint RODRÍGUEZ-RAJO és mtsai (2005) a *C. cladosporoides*- és a *C. herbarum*-típust elkülönítve vizsgálták. Eredményeik szerint a két típusnál csak enyhe, nem szignifikáns eltéréseket tapasztaltak. A további vizsgálatoknál célszerűnek tartom az időjárási és spóraadatok kétórás kiértékelését, mely valószínűleg felfedi a fenti vizsgálatban összemosódott részleteket (HJELMROOS 1993).

Cladosporium echinulatum-típus

e≡P	A konídiumok 2 vagy 3 keresztfalasak, oválisak, de középen elkeskenyedők, tüskés felszínűek, nagyméretűek.
A konídiumszám a Tmin és Sd-1 értékkel mutatott szoros összefüggést, emellett kimutatható volt a harmatpont és a párolgás kedvező hatása is. A légköri homokszemcsék jelenlétében magasabb volt e gombaelemek száma.	

Cladosporium phlei

e≡P	Konídiumai sokszor növényszövetekre tapadva szállítódtak a légkörben.
Szignifikáns összefüggést lehetett kimutatni a konídiumszám növekedés és a légnyomás között, valamint a 4 m/s sebességet meghaladó észak-keleti légáramlatokkal. A napi hőmérsékletingadozás csökkentette a spórakoncentrációt.	

Cladosporium spp. (lánc)

e≡P	A *Cladosporium*-konídiumok gyakran megőrzik elágazó láncszerkezetüket a légköri szállítódás során is.
A csapadékmentes napokon szignifikánsan több konídium fordult elő lánc formában. A brufai vizsgálatban a több órás csapadék is csökkentette a számukat. A 4 m/s feletti szél csökkentette a gombaelemek relatív mennyiségét, véleményem szerint a hígítás révén.	
DAVIES (1957) megfigyelései szerint e *Cladosporium*-láncok viszonylag állandók, sőt a déli órákban tapasztalható erőteljes légköri átkeveredés mellett a konídiumláncok mérete kétszer akkora (átlagosan 3,1 db spóra/lánc), mint éjjel. HARVEY (1967) szélcsatornás kísérletekben bebizonyította, hogy a láncokban található konídiumok csírázási képessége nagyon alacsony, továbbá a nagyobb távolságú terjedés szempontjából kedvezőtlen. Megállapítása szerint a tíznél több konídiumból felépülő láncok 92%-a júniusban és augusztusban található a légkörben, mikor a teljes *Cladosporium*-koncentráció is magas. HYDE és WILLIAMS (1953) közlése szerint az átlagosan 1,3-3,6 konídiumot tartalmazó kladospóriumláncok lerakódási sebessége megnő, mely folyamat 18 óra után jelentősen felgyorsul (HARVEY 1967). A kladospórium láncok HIRST (1953) és SREERAMULU (1956) szerint az esőzés kezdetén tapasztalt bolygatás hatására is a légkörbe juthatnak.	

Colletotrichum-típus

e0H	
Koncentrációja nedvesség (elsősorban a magas relatív páratartalom és a felhőborítottság) hatására emelkedett, de a több órás eső és a mérést megelőző három nap meteorológiai eseményei (RHd-1, Pd-1, Pd-2, Pd-3, RH-2) is kedvező hatást váltottak ki. A koncentráció pozitív összefüggésben állt a légkörben sodródó vízcseppekkel. Spóraszám csökkenést okozott a fokozott párolgás, a száraz időszak hossza, a magas légnyomás, Tmax, és a harmatpont.	

Coryneum spp.

e≡P	Sima felszínű, barna konídiumait a keresztirányú válaszfalai és pszeudoszeptumai teszik jellegzetessé. Általában egyesével, szórványosan találhatók a megvizsgált levegőmintákban, a legmagasabb napi koncentráció is csak 3 db/m3 volt.
A légköri spóraszámot növelte a szél sebessége, elsősorban akkor, mikor meghaladta a 4 m/s-t. A forrás kelet- északkeleti irányban helyezkedett el a csapdázási eredmények alapján. A párolgással pozitív, a légnyomással negatív összefüggést találtam. Magasabb spóraszám mutatkozott a légköri talajszemcsék megjelenésekor.	

Dictyoarthrinium sacchari

e#P	Négysejtes, tüskés felszínű konídiumai az 1996-os brufai mintákban voltak gyakoriak.
Koncentrációja összefüggésben állt a csapadékmentes napok számával és a Tmax értékével. Fontossági sorrendben a Pd-1, RHd-1 és Pd-2 csökkentette a légkörben lebegő spórák mennyiségét. Többnyire a légköri talajszemcsékkel együtt jelentek meg.	

Diplocladiella scalaroides

bP	
Igen ritka a levegőben; a szélcsendes napok növekvő számával összefüggésben jelent meg a brufai csapdában.	
Egy korábbi alkalommal a budakeszi erdő talajközeli légmintájában is megtaláltam növényi trihómára tapadva (MAGYAR 1998).	

Diplodia spp.

e1P	
A konídiumok a dél-keleti széllel érkeztek a területre.	
Valószínűleg a brufai mintavételi területen nem volt helyi spóraforrás.	

Drechslera biseptata

e≡P	
Jellegzetes konídiumai a nedvesség hatására jelentek meg a levegőmintákban. A magas konídium koncentrációnak kedvezett a páratartalom emelkedése, a hosszabb-több órán vagy napon át tartó esőzés, az RHd-2, RHd-3. A nagyobb légnyomás és napsütéses órák magas száma ezzel ellentétes hatást váltott ki. Az észak-keleti szél csökkentette, a dél-nyugati szél növelte a spóraszámot.	

Epicoccum nigrum

e#P	

Légköri koncentrációját növelte a csapadékmentes napok száma és a hőmérséklet (elsősorban a Tk). A Pd-1 és a többórás esőzés erősen csökkentette a spóraszámot, a felhőborítottság valószínűleg csak közvetett módon (KATIAL et al. 1997) gyakorolt negatív hatást. A légköri homokszemcsék jelenlétében a konídiumszám növekedését figyeltem meg. A spóraszám a hajnali (00:00-6:00) órákban a legalacsonyabb, míg 12:00-18:00 óra között a legmagasabb.

BURCH és LEVETIN (2002) vizsgálatában az *Epicoccum* légköri számát a hőmérséklet növelte, míg a szélirány csökkentette. A szél pozitív szerepét hangsúlyozza viszont LI és KENDRICK (1995b) dolgozata, mely megemlíti a magas páratartalom spóraszám csökkentő hatását is. Az *Epicoccum*-konídiumok számát a hőmérséklet nem befolyásolta LI és KENDRICK (1995b) negyedéves bontású vizsgálata során egyik évszakban sem, amely a szerzők szerint a gomba alacsony hőmérsékleti igényére utal.

Epicoccum sp. (sporodóhium)

e#P	

E sporodohiumokat a levegőmintákban a tartós szélirány megváltozásával, illetve a dél-nyugati szélirány esetén lehetett megfigyelni.

Excipularia spp.

e≡P	E nemzetség (e≡P) konídiumainak színtelen bilaterális sejtjei a levegőmintákban több esetben hiányoztak (vö. *Pestalotiopsis*).

A csapadékos időjárás és a több órás esőzés hozzájárult a gombaelemek koncentrációjának emelkedéséhez. A magas légnyomás, a csapadékmentes napok száma, és az Sd-3 csökkentette a konídium légköri mennyiségét.

Fusicladium spp.

e1H	Konídiumait a *Spilocaea*-fajoktól elsősorban a sötét színű hilum alapján különböztettem meg.

A szélcsendes napok során tapasztalt szignifikáns spóraszám gyarapodással szemben a köd akadályozta a gomba légköri terjedését.

LATHAM (1982), valamint GOTTWALD és BERTRAND (1982) vizsgálatai szerint a *Fusicladium effusum* konídiumok számát növelte a szél, a hőmérséklet, csökkentette a magas páratartalom, a levélfelületi nedvesség és a köd. A heves esőzés hatására rázkódó ágakról nagyobb mennyiségű gombaelem szóródott ki, melyet a csapadék kimosó hatása ellensúlyozott. Az erős széllökések éjszaka is magas koncentrációt idéztek elő, de a magas nedvességtartalmú szél csökkentette a koncentrációt.

Helicosporium sp.

hH	

Légköri koncentrációját a nedvesség- elsősorban a több órás esőzés, és a Pd-2, (>) Pd-3, (>) Pd-1, (>) RHd-1- növelte. A spóraszám az észak-nyugati szél hatására is emelkedett. A Tmin, a magas légnyomás, a párolgás és a csapadékmentes napok összefüggésében a gombaelemszám csökkenését lehetett kimutatni. A koncentráció pozitív összefüggésben állt a légkörben sodródó vízcseppekkel. Napszakos előfordulása szerint 12:00 és 18:00 óra között magas, 18:00 és 00:00 óra között alacsony volt a spóraszám.

Helminthosporium/*Drechslera* spp.

e≡P	

A spórakoncentráció növekedését a Tmin értékéhez köthető. A csapadék spóraszámot csökkentő általános hatása itt is megfigyelhető volt, de a három nappal korábbi esőzés (Pd-3) növelte a koncentrációt. A csapadékmentes napok száma, a légkörben szálló homok és rézgálic permetcseppek jelenlétében magasabb volt a gombaelemszám. Az egyes mintavételi éveket külön megvizsgálva az elemzés e taxon levegőbiológiájának újabb részleteire mutatott rá. Az 1994. évi brufai mintavételben a koncentráció erős széllökések hatására emelkedett meg. A párolgás szintén itt, illetve 1996-ban, Ormellében hasonló szerepet töltött be. Az 1995. év brufai eredményei közül megemlítendő a légnyomás növekedés és a Pd-3, Pd-4 pozitív hatása. 1996-ban Brufában a harmatpont és a Tmax is emelte a koncentrációt. Casalinában 1991-ben a spóraszámot a köd kisebb mértékben fokozta. A torigianoi állomáson a légnyomás emelkedés és a déli szél kedvező hatása volt érzékelhető.

A szakirodalom adatai alapján a *Drechslera* konídiumszámot növeli a hőmérséklet (BALLERO et al. 1992, BURCH és LEVETIN 2002, GORETTI et al. 1989, HAMILTON 1959, LIM et al. 1998), a csapadék pedig ecsökkenti (HAMILTON 1959, LIM et al. 1998). A magas páratartalom negatív (BALLERO et al. 1992 és GORETTI et al. 1989 Perugiában, LIM et al. 1998) és pozitív (BALLERO et al. 1992 Cagliariban) hatását egyaránt bizonyították, mely valószínűleg a földrajzi vonatkozásban igen változatos lehet. PALMERLEY és BENEDICT (1977) szerint a *Helminthosporium turcicum* esetében a relatív páratartalom csökkenésével nő a konídium-koncentráció, míg a fény kedvező hatása csupán másodlagosnak tekinthető.

Monilia sp.

e0H	Konídiumai legtöbbször egymás közelében, 4-7 tagú laza csoportokat alkotva, a széthullott lánc elemeiként fordultak elő a levegőmintákban. Színtelenek, méretük és alakjuk változatos, a csoportban 1-2 elágazó konídium is megfigyelhető.

A gombaelemeket két egymást követő évben is az észak-keleti szél szállította a mintavételi területre. Az erős széllökések utáni napokra volt kiszámítható a legmagasabb rangkorrelációs együttható. A Piché-féle párolgással szintén pozitív összefüggést kaptam. Az RHd-1 és RHd-2 értékekkel negatív korrelációt mutatott a konídiumszám; a felhőborítottság okozta a legerősebb koncentráció csökkenést.

Neohendersonia kickxii

e≡P	

Magasabb konídiumszámát dél-keleti irányú szél esetén rögzítette a csapda. Kedvezően hatott a tartós szélirány megváltozása is. Az RHd-2 értéke csökkentette a koncentrációt.

Oidium spp.

e0H	E gombák enyhén szögletes konídiumai leggyakrabban egyesével, olykor 4-5 soros láncban fordultak elő a levegőben.

Mennyiségüket nagymértékben a hőmérséklet (Tmax) emelkedése, a párolgás mértéke és a száraz időszak hossza határozta meg. A harmatpont; illetve a mintavétel idején és az azt megelőző két napon mért napsütéses órák száma növelte a spórakoncentrációt. A légmozgással kísért, vagy rövid idő alatt lehullott nagy mennyiségű csapadék eltávolította e gombaelemek nagy részét a légkörből. A korábbi napok esőzései szintén negatív hatással voltak a légköri konídiumszámra; a Pd-1 csökkentette valamennyi változó közül legerősebben a spórakoncentrációt, míg a párolgás emelte azt a legnagyobb mértékben. A gombaelemek nagyobb mennyiségben jelentek meg a magas légnyomás illetve erős széllökések és nyugati szélirány hatására is, azonban a több napja változatlan szélirány megváltozása csökkentette a számukat (1995, Brufa). A légkörben szálló homokszemcsék megjelenésével egy időben szignifikánsan emelkedett a liztharmat-konídiumok mennyisége; e jelenség hátterében a homokverés levélfelszínt ledörzsölő hatása állhatott. A levegőben szálló, kicsírázott konídiumok mennyisége a csapadékmentes napok számával, az Sd-2 értékével és a 18.00-00.00 napszakkal mutatott pozitív kapcsolatot.

A szakirodalom szerint *Oidium*-konídiumok légköri mennyiségét növeli a magas hőmérséklet (DIAZ et al. 1997, HAMILTON 1959, HAMMETT és MANNERS 1971, MANSILLA et al. 1991), a hosszan tartó 25 °C feletti meleg időjárás (COLE 1966) és a légnyomás (HAMILTON 1959), míg csökkenti a csapadék, a levélfelületi nedvesség (YARWOOD 1936, SCHNATHORST 1956), valamint a magas páratartalom (DIAZ et al. 1997, MANSILLA et al. 1991). HAMMETT és MANNERS közleménye (1971) az esőzés kezdetén hirtelen emelkedő, majd fokozatosan csökkenő spórakoncentrációról számol be. Esőzés után 3-5 nap alatt áll vissza az eredeti koncentráció (SREERAMULU 1964). Erős szél esetén szintén egy kezdeti spóraszám növekedést írnak le. E koncentrációemelkedést a csökkenő páratartalom és levélfelületi nedvesség alapján elsődlegesen a levélfelszínt szárító szél hatásának tulajdonítják. A páratartalom csökkenése nem eszközöl aktív konídiumszórást a liztharmatgombák esetében (HAMMETT és MANNERS 1971).

Oidium sp. (lánc)

e0H	

A láncok az erős széllökések utáni napon, ill. hosszabb száraz időszak esetén jelentkeztek szignifikánsan magas értékben.

MCCARTNEY és BRAINBRIDGE (1987) kísérletei szerint a széllökések hatására kiszóródott *Erysiphe graminis* konídiumok 60 %-a csomókat, 33 %-a rövid láncokat alkotva terjedt, mely utóbbiaknak csupán 0,1 %-a tartalmazott 10-nél több konídiumot. Egyes liztharmat fajok érett konídiumai egyesével válnak le, (pl. *Erysiphe polygoni*), ismertek azonban lánc formájában terjedő fajok is (*E. cichoracearum, E. graminis, Podosphaera leucotricha, Sphaerotheca pannosa*). COLE (1971) szerint erős szélben az éretlen konídiumokat tartalmazó láncok is leszakadnak.

Oncopodiella sp.

e#P	Jellegzetes, négy sarkán hialin függeléket viselő konídium.

A gombaelemek az erős széllökések, a nyugati szél és a száradás nyomán jelentekek meg a levegőben. A viharos esőzésekkel magas, de nem szignifikáns értékű (rs=0,186) összefüggést lehetett kimutatni.

Ovulariopsis sp.

e0H	

Az *Ovulariopsis*-konídiumok a 4 m/s-t meghaladó dél-nyugati szél hatására jelentek meg a légkörben.

Periconia spp.

e0P	

Koncentrációját az esőzés csökkentette, az RHd-2 magas értéke viszont kedvezett a spóraszám növekedésnek. A megfigyelést megelőző napok erős széllökései csökkentették a koncentrációt. A spóraszám pozitívan korrelált a 12:00-18:00 napszakkal.

HAMILTON (1959) e spóratípus negatív összefüggését közli a csapadékkal, a hőmérséklet viszont növelte a spórák légköri számát.

Periconia macrospinosa

e0P	Tüskés, nagyméretű konídiumai ritkán jelentek meg a légkörben.

A konídiumok intenzív, ill. viharos esőzések, a nyugati irányú, 4 m/s-át meghaladó szél, és a nagy erejű széllökések során, talajszemcsékkel egy időben jelentek meg a mintákban.

A gombaelemek valószínűleg a talajról szóródtak bolygatás hatására a levegőbe.

Pestalotiopsis sp. (3szeptumos)

e≡P	A Hirst-típusú mintákban többnyire hialin függelékeik nélkül láthatók, melyek a légköri szállítódás során megsemmisülnek. E spóratípus igen ritkán fordult elő a Hirst-típusú mintákban, s akkor is legtöbbször növényi részekre tapadva.

Szignifikáns összefüggés volt kimutatható az erős széllökésekkel vagy a nyugati irányú 4 m/s feletti légáramlatokkal.

Pestalotiopsis sp. (4 szeptumos, rovarürülék ? gömbökben)

e≡P	Egyszerre több, négy válaszfalas *Pestalotiopsis*-faj légköri szállítódását figyeltem meg 100 µm átmérőjű (rovarürülék jellegű) gömbök felszínén és belsejében.

E részecske előfordulása ugyancsak a nyugati irányú széllel, illetve a lebegő talajszemcsékkel adott szignifikáns összefüggést.

Pithomyces chartarum

e#P	Konídiuma sötét fakóbarna, hat sejtje közül a két végálló gyakran behorpad a vízveszteség következtében. A *Pithomyces*-konídiumok többsége (80 %) a kiszáradás fenti jeleit mutatta.
E spórák koncentrációja negatív összefüggésben állt a páratartalommal és az RHd-1 értékkel, számuk a légköri homok jelenlétében szignifikánsan magasabb lett. Az 1995. évi időszakban (Brufa) a párolgás fokozta a légkörben mért spóraszámot, amely ugyanakkor az RHd-1 érték függvényében csökkent. 1994-ben e területen nem volt helyi spórakibocsátás: a koncentráció kizárólag a nyugati széliránytól függött.	
A spórakoncentráció növekedéséről számol be BURCH és LEVETIN (2002), valamint LIM és mtsai (1998) emelkedő hőmérséklet (Tmin, Tk) esetén. A fenti szerzők szerint a szélirány, a páratartalom és a csapadék csökkenti a *Pithomyces*-konídiumok légköri koncentrációját.	

Pithomyces chartarum (ép)

e#P	
A konídiumok tartós szélirány megváltozásakor a dél-nyugati irányú széllel érkeztek. Az 1996-os brufai mintákban fejletlen konídiumok is feltűntek, ekkor a Tmax, szélcsend és a Pd-2 növelte a gombaelem-koncentrációt.	

Polythrincium trifolii

e1P	Kétsejtű, barna konídiuma a levegőben legtöbbször kiszáradva található; a gombaelem felismerését megkönnyítik a kiszáradáskor jelentkező gyűrődési mintázatok: az alsó, kisebb sejt két oldalról lapított, míg a felső sejt fentről behorpadt.
E gombafaj konídium-koncentrációjának emelkedését okozta a napsütéses órák növekvő száma. A 48 órás hőmérsékletemelkedés és a három nappal korábban mért magas páratartalom (RHd-3) szintén pozitív hatású volt. A 4 m/s feletti kelet- északkeleti szél csökkentette a gombaelem mennyiségét. A brufai 1994. évi mintákban a csapadék, a viharos széllel kísért esőzés és felhőborítás negatív; az RHd-3 érték pozitív hatást gyakorolt. Ugyanitt, 1996-ban a viharos esőzés, a széllökések és az RHd-3 emelték a spóraszámot. A 1991. évi casalinai mintában az RHd-2 már a spóraszám csökkentésben játszott szerepet, ezzel az eredménnyel kapcsolatos jelenséget észleltem Torgianoban, 1993-ban is, ahol a légköri koncentrációt a Pd-1 és Pd-2 csökkentette le.	
A *Polythrincium*-konídiumok koncentrációja és a hőmérséklet (HAMILTON 1959, HASNAIN 1993) közötti pozitív összefüggés, valamint az eső negatív hatása (HAMILTON 1959) a szakirodalomból is ismert. LI és KENDRICK (1995b) a páratartalom pozitív hatását mutatta ki.	

Polythrincium trifolii (ép)

e1P	A konídiumok 49 %-a volt ép, nem kiszáradt állapotban.
E konídiumok koncentrációja kétszer annyi meteorológiai tényezővel adott összefüggést, mint a teljes (kiszáradt + ép) spóraszám. A napsütéses órák száma az ép gombaelemeknél is fontos szerephez jutott. A Tmax és a légkör homoktartalma is pozitív összefüggést mutatott a spóraszámmal. Az egymást követő esős napok száma, a Pd-1 és a köd csökkentette a koncentrációt, mely 12:00 és 18:00 óra között tetőzött.	
A kiszáradt gombaspórák könnyebb súlya, 20-40 %-al rövidebb mérete miatt megváltoznak a részecske aerobiológiai tulajdonságai (LACEY 1991).	

Schroeteria delastrina

e1P	Barnás színű, kétsejtű spóráját a felszínén jól látható, összeolvadó lécek mintázata díszíti.
A spóra légköri koncentrációja magas légköri nyomás esetén fokozódott. Hasonló módon fejtette ki hatását a napsütéses órák és a csapadékmentes napok száma, a Piché-féle készülékkel mért párolgás és a Tmax értéke. A spórák és a légköri homok között is pozitív korreláció állt fenn. A szélerősség már 1,5 m/s felett csökkentette a légköbméterenkénti spóramennyiséget. Az RHd-1 és a több órás esőzés is negatív hatású volt. A spórakoncentráció maximuma 12:00 és 18:00 óra között alakult ki.	

Scopulariopsis sp.

e0H	A *Scopulariopsis*-nemzetségbe tartozó konídiumok 2-3 tagú láncokban fordultak elő a brufai levegőmintákban.
Az RHd-3 és a 48 órás hőmérsékletváltozás növelte a gombaelemszámot.	

ismeretlen Dematiaceae (*Seimatosporium* sp.?)

e≡P	E spóratípus a *Seimatosporium lichenicola* faj konídiumaira hasonlít.
az erős széllökések utáni napon jelent meg a légkörben.	

Septonema sp. ?

f ≡P	E rövid láncokban előforduló, megnyúlt konídium nagy valószínűség szerint a *Septonema*-nemzetségbe tartozik,
A konídium az észak-keleti irányból széllel érkezett a brufai szőlőültetvény légkörébe. A gombaelemszámot a többórás esőzés ill. az esős napok száma csökkentette.	

Sirosporium/Acrodictys sp.

e≡P	E konídiumok sötétbarnák, a végük elhegyesedő és világosabb színű, a hilum kiemelkedő, az első két válaszfal kb. 45°-os szögben áll egymással szemben, míg a további 3-5 keresztfal szinte mindig keresztirányú és erősen befűzött. A fenti bélyegek alapján különül el más hasonló nemzetségektől (Taeniolella, Peyronellaea). A spóra biztos azonosításához a gazdanövény ismeretére lenne szükség.
A konídiumok száma negatív összefüggésben állt az RHd-1-el, míg pozitívan hatást gyakoroltak a szélerősség, a nagy erejű széllökések, a párolgás, a csapadékmentes napok.	
Mindezek arra engednek következtetni, hogy e gombaelem csak erősebb bolygatás hatására volt képes a légkörbe kiszóródni.	

Sphaeropsis sp. (barna típus)

e0P	Egy *Sphaeropsis*-faj barnás színű konídiumai gyakran növényi szövetre tapadva fordultak elő a levegőben.
A koncentrációt a 4 m/s sebességet meghaladó észak-keleti légáramlatok, illetve az Sd-2 érték növelte.	

Spilocaea spp.

e0,1P	A *Spilocaea*-fajokra jellemző a barna, egy- vagy kétsejtes, kihegyesedő konídium.
A konídium légköri koncentrációja a Tmin és Tk értékkel mutatott pozitív összefüggést. Az erős széllökéseket követő napon csökkent a spórák légköri száma.	
SUTTON és mtsai (1976) vizsgálata szerint a *Spilocaea pomi*-konídiumok száma emelkedik a magas hőmérséklet és a napsugárzás révén. A csapadék kimosó hatása csupán egyetlen kísérlet során jelentkezett, a magas páratartalom azonban minden esetben csökkentette a konídiumszámot. A koncentráció mindig csökkent az esőzésből, a harmatból, a ködből és a szemerkélő esőből származó nedvesség, valamint a DeWit-féle levélfelületi nedvesség hatására. A szél 75%-ban pozitív, a többi esetben negatív irányba befolyásolta a spórakoncentrációt. HIRST és STEDMAN (1961) megfigyelései szerint a csomókba rendeződött konídiumok gyakran gyűröttek, szennyezettek, színük pedig sötétebb.	

Sporidesmium spp.

e≡P	
A spórák légköri mennyisége a csapadékmentes napok számával fokozódott. A dél-keleti szél spóraszám növekedést okozott, mely a légkör magas homok tartalma esetén is megemelkedett.	
A *Sporidesmium valdivianum* és a *Sporidesmium leptosporum* a brufai mintákban szórványosan volt jelen. Egy harmadik faj, a *Sporidesmium folliculatum* korábban a Budakeszi-erdő légköréből is előkerült (MAGYAR 1998).	

Stachybotrys sp.

e0P	Egyes *Stachybotrys*-fajok konídiumait jellegzetes, hasáb alakú, szürkésfekete színű, felszínét összeolvadt durva szemcsék díszítik. A gombaelemek egyesével, magánosan találhatók a levegőmintákban.
A spórakoncentráció, a legtöbb esettől eltérően nem az esőzés, hanem a magas páratartalom és a felhőborítás mellett ért el alacsony szintet; a Pd-2 erős negatív hatása (vö.:Pd-2< Pd-1) szintén figyelemre méltó. A Tmax, a száraz időszak hossza, a párolgás mértéke növeli a spóraszámot, mely a légköri talajszemcsék megjelenésével is kapcsolatot mutat. Az erős széllökéseket követő napon nőtt a spórák légköri száma.	
Bár a konídiumszórás módja nem ismert, feltételezhető, hogy az a kiszáradással kapcsolatos, melyre a párolgással való összefüggésből lehet következtetni.	

Stemphylium spp.

e#P	A konídium világosbarna színű, tüskés, ovális, hosszanti és haránt válaszfalakkal, a középső harántfal általában erősebb; itt mérhető a konídium legkisebb átmérője is. Kisebb mértékben egy-egy hosszanti irányú válaszfal is megerősödhet a konídium felső és alsó részén. A hilum felől a konídium benyomott lehet.
A gombaelem száma és a Tmin, továbbá a párolgás között pozitív összefüggés mutatható ki. Az esőzés a légköri koncentráció erős csökkenését váltotta ki. A széllökések és a nyugati irányú légáramlatok (Ny, É-Ny, D-Ny) növelték a spóraszámot, mely a légkör homok és talajszemcse tartalmával is együtt ingadozott.	

Stigmina ? pallida

e2P	Spórái oválisak, barnás színűek, nagyméretűek (31-42,5 × 18,5-20 um) két sötétebb színű, vastag keresztfallal. A spórákon legtöbb esetben kiszáradás jegyei ismerhetők fel.
A gombaelemszám a legerősebb összefüggést a Tmin értékkel adta. Spóraszám emelkedést eredményezett a párolgás, a Tk, a mérés napját megelőző és az aznapi széllökés valamint a dél-keleti szélirány is. Az RHd-1 hatására csökkent a koncentráció.	

Taeniolella spp.

e≡P	Rövid láncok formájában fordulnak elő a levegőmintákban. A 3-4 keresztfalanként befűződő konídiumlánc utolsó tagja világosabb színű, fejletlenebb, egy válaszfalas konídium.
A gombaelem légköri koncentrációja pozitív kapcsolatban áll a légnyomással, a Tk-val, a napsütéses órák számával, a légkör homok tartalmával és a párolgással. A több órás esőzés eredményesebben csökkentette a spóraszámot, mint a rövid idő alatt nagy mennyiségben lehulló csapadék. A spóraszám negatív összefüggésben állt a légkörben sodródó vízcseppekkel is. A Pd-1 érték jóval hatékonyabbnak bizonyult, mint a Pd-2.	

Taeniolella ? breviuscula

e≡P	
Konídiumszáma az Sd-1 értékkel és a párolgással mutatott összefüggést.	

Tetraploa aristata

bP	
A konídiumok a 4 m/s sebességet meghaladó keleti- északkeleti szél hatására jelentek meg a légkörben.	
E gombaelem légköri előfordulására már több szerző (SREERAMULU és RAMALINGAM 1962, GREGORY 1961, KENDRICK 1990) is bizonyítékot szolgáltatott.	

Tilletiopsis-típus

fH	A szakirodalom a *Tilletiopsis*-nemzetséggel hozza összefüggésbe a jellegzetesen, U-alakban megtört rövid fonal alakú (fH) gombaelemeket (GREGORY 1961, 210. oldal, 6. tábla, 23. ábra; WILKEN-JENSEN és GRAVESEN 1984, 47. oldal, DAVIES 1971, 397. oldal, 9.ábra f.).
A brufai vizsgálatokban az esőzés nem váltott ki szignifikáns hatást, csupán a magas relatív páratartalom fokozta a koncentrációt. A Pd-1 és RHd-1 szignifikáns pozitív hatása kisebb volt, mint a Pd-3 és RHd-3 értékeké. A észak-nyugati szél emelte, a száradás és a csapadékmentes napok száma csökkentette a spórakoncentrációt. A spóraszám pozitív összefüggésben állt a légkörben sodródó vízcseppekkel.	
HAMILTON (1959) szintén hasonló megfigyelésekről számol be, miszerint a *Tilletiopsis*-típusú propagulumok száma az esőzéssel nem mutatott összefüggést. GREGORY és SREERAMULU (1958) megfigyelései szerint e gombaelemek 85%-os relatív páratartalom alatt nem fordultak elő a légkörben.	

Torula spp.

e≡P	Az e nemzetségbe tartozó konídiumláncok három vagy többtagúak, egyenletes gyöngysorra emlékeztetnek, gyakran örvösen elágaznak, a végálló sejt jellegzetesen kiszárad és begyűrődik.
E gombaelemek légköri mennyisége pozitív összefüggésben állt a magas légköri nyomással, az aznapi és előző napi (Sd-1) napsütéses órák számával, a hőmérséklettel, a hőingással, a 48 órás hőmérsékletváltozással, a csapadékmentes időszak hosszával és a párolgással. A gombaelemszámra negatív hatást fejtett ki a több órás és a viharos esőzés, a magas relatív páratartalom az aznapi, és az előző kétnapi időszakra vonatkozóan is (RHd-1, RHd-2). Legerősebb pozitív változóként a napi maximális hőmérséklet, legerősebb negatívként a Pd-1 értéke szerepelt. A *Torula*-konídiumok légköri dinamikája a légkörben szálló homokkal pozitív, a sodródó vízcseppekkel negatív korrelációt követett.	
HAMILTON (1959) közleménye szerint a hőmérséklet pozitív, az esőzés negatív összefüggést mutat a spóraszámmal. A jövőben a konídiumlánc hossza és az időjárási paraméterek közötti összefüggést is érdemes lenne megvizsgálni a gombaelemek aprózódásának közegészségügyi jelentősége miatt.	

Trichothecium roseum

e2H	
Konídiumai a brufai mintákban a napi hőingással és az észak-keleti széliránnyal adtak szignifikáns, pozitív eredményt. Az 1993. évi torgianoi mintákban délnyugatról érkező légáramlat növelte a koncentrációt. Brufában a mérést megelőző nap erős széllökései okozták a legnagyobb spóraszám-növekedést.	

Trimmatostroma scutellare

e#P	
Konídiumainak mennyiségét már a 0,5 m/s-ás gyenge légmozgás is a légkörbe juttatta, ezzel összefüggésben a koncentrációja csökkent a szélcsendes napok számával; a Pd-1 értéke szintén negatív hatást fejtett ki.	

Trimmatostroma salicis

e≡P	
E gombaelemek (jellegzetes elrendeződésű hífák) erős széllökések hatására, kisebb számban jutottak a légkörbe, a koncentrációt a köd csökkentette.	

Tripospermum spp.

bH	Konídiumai a levegőben rendkívül ritkák és nehezen vehetők észre.
A statisztikai elemzés szerint e gombaelemek nyugati irányból, a több napon keresztül kitartóan, 4 m/s feletti sebességgel fújó széllel érkeztek a brufai mintaterületre. A gomba elemszáma a légköri talajszemcsék mennyiségével és a párolgással is összefüggött.	
A *Tripospermum*-nemzetség légköri előfordulását illető egyetlen közlés KENDRICKT-től (1990) származik; a mintát ábrázoló fénykép azonban véleményem szerint nem *Tripospermum*-fajt ábrázol.	

Triposporium elegans

bP	
Sztaurokonídiumai a nyugati irányú, 4 m/s feletti szélsebesség vagy a széllökések esetén jelentek meg a spóracsapda szalagján. A párolgással is gyenge pozitív összefüggést találtam. Az 1994-es brufai mintában a széllökéseken kívül a szélirányváltozás is kedvező szerepet töltött be. Az 1993. évi torgianoi mintavételkor a dél-nyugati szél juttatott konídiumot a légkörbe.	

Ezt a fajt a Budakeszi-erdő 0,5 méteres, talaj közeli légrétegében már korábban azonosítottam (MAGYAR 1998).

Zygophiala jamaicensis

bP	

E gomba jellegzetes konídiumtartóját a levegőmintákban egyetlen alkalommal figyeltem meg, valószínűleg az ekkor fellépő 4 m/s sebességet meghaladó keleti- északkeleti szél hatására.

Nem azonosított gombaelemek

micéliumdarabkák

bP, fP	A micéliumdarabkák többsége a levegőmintákban elsősorban a Dematiaceae konídiumtartókból származik. Ezek az egyik legnagyobb mennyiségben jelenlévő légköri gombaelemek, amelyek télen és kora tavasszal is gyakran megtalálhatók a levegőmintákban. A konídiumtartók csoportosan, alapjuknál összenőve is a levegőbe juthatnak. Az éretlen konídium igen ritkán maradt együtt a tartójával a légköri szállítódás során. Meghatározásuk többnyire nem lehetséges.

Koncentrációjukat pozitívan befolyásolta a hőmérséklet- elsősorban a napi legkisebb hőmérséklet (Tmin), a csapadékmentes napok száma, a mintavétel napján és az azt megelőző egy-két napon mért napsütéses órák száma (Sd-1, Sd-2), a párolgás és a szélirány. A felhőborítás, a magas relatív páratartalom, a csapadék mennyisége, intenzitása, főként pedig időtartama negatív hatást gyakorolt a gombaelemszámra. Legerősebb negatív tényező az egy nappal korábban hullott csapadék (Pd-1) volt. A légkörben szálló talajszemcsék jelenlétében magasabb koncentrációt lehetett kimutatni. Napszakos előfordulásuk 18:00-00:00 között bizonyult szignifikánsnak.

PADY és KRAMER (1960a) megállapította, hogy a légkörben szálló micéliumdarabkák többsége *Alternaria*, *Penicillium* és *Cladosporium*-fajoktól származott. A nem azonosítható micéliumtöredékek bizonytalansági tényezőként szerepelnek a légköri allergének mennyiségének megállapításakor, ezért pollenjelentésekben szereplő *Alternaria* és a *Cladosporium* szám valószínűleg alulbecsült. A micéliumdarabkák számának gyors növekedése és a csapadékmentes napok száma közötti összefüggéséről KRAMER és mtsai is beszámolnak (1964). A szél által kiszárított gombaelemek szóródása, valamint a csapadék negatív hatása szintén szerepel a korábbi-statisztikai értékeléssel még nem alátámasztott munkában (HARVEY 1970). A szél pozitív szerepét LI és KENDRICK (1995b) is alátámasztotta, egyúttal közölte a relatív páratartalom koncentrációra gyakorolt negatív hatását.

ismeretlen spórák (hialin, retikulált)

e0H	

E spórák a nyugati szélirány és erős széllökések hatására, gyakran homokszemcsékkel egyszerre jelentek meg a levegőmintákban. A korábbi napok esőzései (Pd-1, Pd-2) csökkentették a spóra légkörbe szóródásának esélyét.

ismeretlen spórák (1 válaszfalas, hialin, ovális)

e1H	E spóratípus több, nem azonosítható fajt foglal magába.

A magas páratartalom, a több órás csapadék, a Pd-3, > Pd-1, > RHd-1, > Pd-2 emelte a spóraszámot, melyet a magas légköri nyomás, a több napig tartó szárazság és a fokozott párolgás csökkentett. A spóraszám pozitív összefüggésben állt a légkörben sodródó vízcseppekkel.

ismeretlen spórák (1 válaszfalas, hialin, fonalas)

e1H	

E gombaelemek csupán a felhőborítottsággal, a csapadék intenzitásával és a Pd-2, Pd-3 értékekkel mutattak pozitív összefüggést. A spóraszám 00:00 és 6:00 óra között magas, 18:00 órától 00:00 óráig alacsony volt. A koncentráció pozitív összefüggést adott a légkörben sodródó vízcseppekkel.

ismeretlen spórák (3 válaszfalas, hialin, fuziform)

e≡H	E kisméretű (17,5-22,5 × 3-5µm) gombaelemeket igen nagy számban lehetett a levegőmintákban megfigyelni (vö.: ALLITT 1993, 3. kép, GREGORY 1961, 208. oldal, 5. tábla, 10. kép, HAMILTON 1959).

A koncentráció emelkedése a csapadék intenzitásától függött, amely mellett több más, csekélyebb jelentőségű tényező (köd, Pd-3, > Pd-1, > Pd-2) is hasonló hatást váltott ki. Spóraszám csökkenést eredményezett a légköri nyomás, a harmatpont, és a Tmin emelkedése, valamint a párolgás, a napsütéses órák és az egymást követő csapadékmentes napok száma. A koncentráció pozitív összefüggésben állt a légkörben sodródó vízcseppekkel. A legmagasabb spóraszám 06:00 és 12:00 óra közé esett.

ismeretlen spórák (sokszeptumos, hialin, fonalas)

fH	

Számuk leginkább az eső intenzitásának függvényében növekedett. A koncentrációt emelte a 4 m/s feletti dél-nyugati szél, és a csapadékos napok száma. A gombaelem a napsütéses órák számával negatív összefüggést mutatott. A maximum 00:00 és 6:00 óra közé esett.

GREGORY és SREERAMULU (1958) közleménye szerint a fonalas spórák közvetlenül eső után jelentek meg a levegőben, és koncentrációjuk nőtt az esőzés időtartamának függvényében. Az eső utáni rövid csúcs után még párás, hűvös körülmények között is igen gyorsan eltűntek a légkörből. HAMILTON (1959) a spóratípus erős összefüggését közölte az esőzéssel kapcsolatban, de az előbbi szerzők megfigyelésével ellentétben azt is megemlíti, hogy a spórák ritkán a száraz időszakokban is megjelentek. Határozott véleményem szerint ezt a csoportot több, morfológiailag hasonló faj alkotja.

ismeretlen spórák (*Atichia* sp.	
e#P	A gömbölyű, 20-50 µm, tallikus gombaelemek véleményem szerint az *Atichia*-fajok légköri terjedésére szolgáló módosult konídiumai (az erre vonatkozó okfejtést l. a mézmintákról szóló fejezetben).
E gombaelemek nagy számban szerepeltek a levegőminták anyagában. A légkörbe valószínűleg a főleg az erősebb szél hatására jutottak: a fokozatosan növekvő szélsebességet (0,5-1,5-4 m/s) a gombaelem szintén egyenletesen emelkedő koncentrációja kísérte. Nagyrészt ezzel kapcsolatosak a további eredmények is: az erős széllökések, a kelet- északkeleti szélirány, a párolgás és a Tmin is pozitív eredményt adott. Negatív hatást mutatott a Pd-1 és Pd-2. A légkörben szálló talajeredetű szemcsék megjelenésekor fokozódott a gombaelemszám.	
Egyéb megfigyelések	
kristályok	
	A levegőmintákban tű és lemez alakú kristályok is megfigyelhetők, melyek sokszor spórák, pollenszemek (pl. Oidium, Ambrosia) és koromrészecskék felszínén képződnek. A kristályok eredete nem ismert, de nem azonosak a liszthartmatok fibrozin testeivel, mivel méretük meghaladhatja a spórák átmérőjét is, letörhet a felületükről, esetenként átterjedhet más légköri részecskékre is, vagy többet magába zárhat.
Megjelenésük kapcsolatban állt az esőmentes napok számával, a nyugati irányú széllel, és a légkörben lebegő talajrészemcsékkel.	
Ez utóbbi eredmény alapján feltételezem, hogy a kristályok a spórákon megtapadt felületi szennyeződésből alakulhattak ki.	
de Bary-féle gázzárványok	
	Képződésük általában a vastag falú aszkospórákra (pl. Xylariaceae, *Sporormiella, Sordaria*) és bazidiomicétákra jellemző.
Negatív korreláció állt fenn a Pd-1 értékkel, az erős széllökések és a 4 m/s feletti nyugati légáramlat viszont pozitív hatású volt.	
A spóra vízvesztesége folytán csökkenő sűrűség, de állandó térfogat (INGOLD 1956; GREGORY és HENDEN 1976, BARAL 1992) kedvező körülményeket teremt a spórák hosszabb légköri szállítódásához.	

4.3. *Fusarium*-fajok vizsgálata Andersen-féle levegőmintavevő készülékkel

Hazánkban első alkalommal végeztem vizsgálatot Andersen-féle levegőmintavevővel. Szelektív táptalajok alkalmazásával különböző *Fusarium*-fajokat mutattam ki a légkörből Pátyon (*F. acuminatum, F. equiseti* (21/m',n'ábra, 3. sz. melléklet), *F. graminearum, F. verticillioides, F. semitectum*), Piliscsabán (*F. acuminatum, F. equiseti, F. verticillioides, F. sambucinum*) és Martonvásáron (*F. verticillioides*) szabadföldi körülmények között. A fajösszetétel meghatározásán túl a vizsgálatok kiterjedtek a különböző szaporítóképletek méret szerinti fizikai osztályozására, valamint két különböző légréteg (talajszint közeli és 150 cm magas) vizsgálatára. A *F. verticillioides* fajba tartozott a kisebb (3,3 µm-alatti) mérettartományú elemekből kinőtt telepek 80 %-a, míg a nagyméretű (7 µm tartomány feletti) gombaelemektől származó fuzáriumtelepeknek csupán a 12,1 %-a volt e fajba sorolható. Ennek a jelenségnek a nyilvánvaló magyarázata az, hogy a *F. verticillioides* mikrokonídiumokkal terjed (21/l'ábra, 3. sz. melléklet), melyek méretüknél fogva a legkisebb aerodinamikai átmérővel rendelkeznek. Az Andersen-féle módszerrel kapott számos mérési eredményt összegezve a légköri rétegek közötti eltéréseket is meg lehetett állapítani. A felső légrétegben a 20 percig vett, a talajközeli mintavételkor a 10 percig vett mintákban tapasztaltam magasabb CFU számot, mely arra utalt, hogy a magasabb légkörben volt kisebb a gombaelemek sűrűsége. Az adatok alapján ki lehetett számítani, hogy az alsóbb légrétegben átlagosan négyszer több telepképző egység volt jelen. A talajközeli légrétegből származó mintákban a *nagy* lyukátmérőjű szűrőszinten lehetett *több* fuzárium CFU-t megszámlálni,

viszont ezzel szemben a *magasabbról* származó légminták inkább a *kisebb* gombaelemeket tartalmazták. Az Andersen-mintavevővel kimutatott nagyméretű *F. verticillioides* gombaelemek mibenléte azonban további magyarázatot kívánt. Valószínűnek tartom, hogy a szűrősorok által leválasztott kisebb mérettartományban magános mikro- és mezokonídiumok lehettek, viszont a nagyobb mérettartományban megjelenő kisszámú *F. verticillioides* telep valószínűleg nem egyetlen konídiumból, hanem konídiumláncból, micéliumdarabkából, vagy fertőzött növényi részecskéből ill. talajszemcséből származott. A fenti véleményt támasztja alá az a megfigyelésem is, miszerint a talaj közelében vett levegőmintákban nagyobb gyakorisággal fordultak elő az ilyen nagyobb aerodinamikai átmérővel rendelkező elemek. A fertőzött talajszemcsék és növénydarabkák a nagy gombaelemekhez hasonlóan gyorsan kiülepednek, ill. nehezen jutnak a magasabb légkörbe, vagyis a nagyobb valószínűséggel találhatók a talajmenti légrétegben. A levegőmintát tartalmazó szelektív táptalajok felszínét mikroszkóp alatt megvizsgálva gyakran láttam talajmorzsákat, melyekből erőteljesen növekedő gombatelepek eredtek.

Az Andersen-féle mintavétellel párhuzamosan, a légkörben található fuzárium spóratípusok morfológiai megfigyelésére egy hordozható Hirst-típusú spóracsapdával ellenőrző méréseket végeztem. A minták mikroszkópi vizsgálata igazolta, hogy a levegő nem tartalmazott *Fusarium*-fajoktól származó makrokonídiumokat a tenyésztéses mintavétel idején; a Páty környéki mintavétel során csak mezokonídiumokat lehetett felismerni a mintákban a területről származó referenciaanyag (penészes kukoricacső) alapján. (A ***Fusarium***-fajok makrokonídiumait a brufai Hirst-típusú mintákban egyetlen alkalommal sem találtam meg.) Több szerző állítása szerint a makrokonídiumok túlnyomórészt heves esőzés alkalmával, cseppfelverődéssel terjednek (SUTTON 1982, ROSSI et al. 2000). A makrokonídiumok száraz légkörben csak igen ritkán, és kis mennyiségben (1-3 makrokonídium/m^3) lelhetők fel az erősen fertőzött területeken, közvetlenül esőzések vagy öntözés után (FERNANDO et al. 2000). [*Megj.:* Kivételt csupán a *Fusarium roseum* „Gibbosum” képez, melynek makrokonídiumai száraz levegőben terjednek az erős turbulencia hatására (LUKEZIC és KAISER 1966)]. Eredményeimet több okból nehéz további szakirodalmi adatokkal összehasonlítani, mivel vizsgálataim a száraz időszakokra terjedtek ki, míg a korábbi irodalom főleg a fuzáriumok makrokonídiumos terjedésével, a nedves időjárással ill. a cseppfelverődéssel foglalkozott. OOKA és KOMMENDAHL (1977) egy széllapáttal felszerelt, fordított állású Andersen-féle levegőmintavevővel, kukoricaültetvényen végzett vizsgálata során szintén nagy mennyiségben mutatott ki *F. verticillioides* telepeket, azonban eredményeink további összehasonlítására nincs lehetőség a mintavétel eltérő körülményei miatt. A fenti szerzők vizsgálata szerint azonban a fuzárium elemeket tartalmazó

talajszemcsék- és növénytörmelék darabkák képesek voltak a szél útján 300-400 km-el távolabbi ültetvényeket is megfertőzni. A szél által szállított talajszemcsékből kitenyésztett fuzáriumok 56 %-a *F. verticillioides* volt. A Hirst-típusú mintavevővel elvégzett ellenőrzés és a szakirodalom alapján valószínű, hogy a légkörből csapdázott más *Fusarium*-fajhoz tartozó telepek (*F. acuminatum, F. equiseti, F. graminearum, F. sambucinum, F. semitectum*) sem makrokonídiumokból fejlődtek ki. Véleményem szerint tehát a száraz időszakok során is jelentős mértékű lehet a légkör fuzárium tartalma, mely a talaj közelében fokozottabb, de másfél méteres magasságban e koncentrációnak már csupán töredékét találhatjuk.

Tapasztalataim szerint fuzáriumok csapdázására levegőből a legalkalmasabb táptalaj a bengálrózsa-glicerin-urea-agar (ROGERSON 1958, SZÉCSI 2004). A malachit-zöld táptalaj *Fusarium*-szelektivitását többszöri ismétlés után sem bizonyították a kísérleteim. Az Andersen-féle mintavevő további átalakítással alkalmas fuzáriumok izolálására talajmintákból (MAGYAR et al. 2003). Az egyik *F. graminearum*-törzs toxint termelt, mely alapján az izolátum a DON-kemotípusba tartozott (SZÉCSI et al. 2005). A szakemberek segítségével módosított Andersen-féle mintavevővel a nyílt légtér fuzárium összetételének vizsgálatára nyílt meg a lehetőség: a hálózati áramforrástól függetlenné vált készüléket további tartozékokkal kiegészítve egy „hordozható levegőmintavételi laboratóriumot” alakítottunk ki (22. ábra, 3. sz. melléklet), melynek segítségével a 2004. évben Martonvásáron egy hosszabb távú vizsgálatsorozat kezdődött meg.

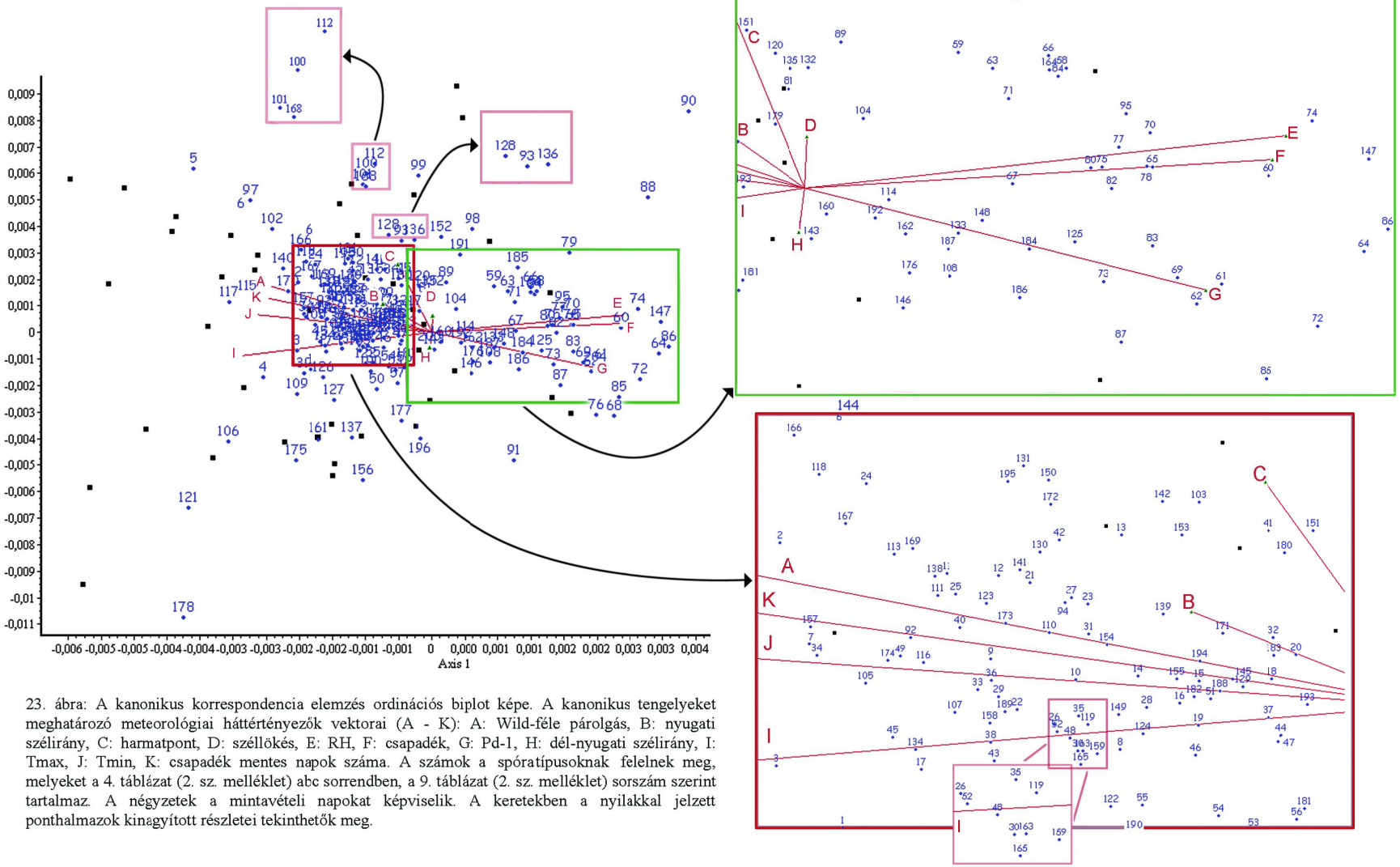
4.4. A kanonikus korreszpondencia elemzés (CCOA) eredményei

A brufai területen vett Hirst-típusú levegőminták spóraösszetételét osztályozó kanonikus korreszpondencia elemzés szerint a relatív páratartalom és a Tmax egyértelműen meghatározta az első (X) kanonikus tengelyt (0,716 és -0,702-es korrelációval). A második (Y) tengelyt a harmatpont és a szélirány alakította ki (8. táblázat, 2. sz. melléklet). A meteorológiai háttértényezők vektorainak iránya, a tengellyel bezárt szöge és relatív hossza alapján szintén ez a sorrend fogadható el. A kisebb jelentőségű változók csökkenő fontossági sorrendben a következők voltak: az eső, a Tmin, a csapadékmentes napok száma, a párolgás és a Pd-1. A széllökések és a nyugat- ill. dél-nyugati szélirány külön-külön kisebb jelentőséggel bírtak, azonban ezek összegzett hatását kell figyelembe venni. Véleményem szerint az Y tengely elsősorban a széllel azonosítható; a harmatpont a hőmérséklettel kapcsolatos faktor, így az első tengelyhez tartozhat (23. ábra; az elemzésben szereplő spóratípusok abc-sorrendben: 4. táblázat, 2. sz. melléklet; ill. kódszám szerinti sorrendben: 9. táblázat 2. sz. melléklet). A két tengely a teljes variancia 56,14 %-át magyarázta, az első

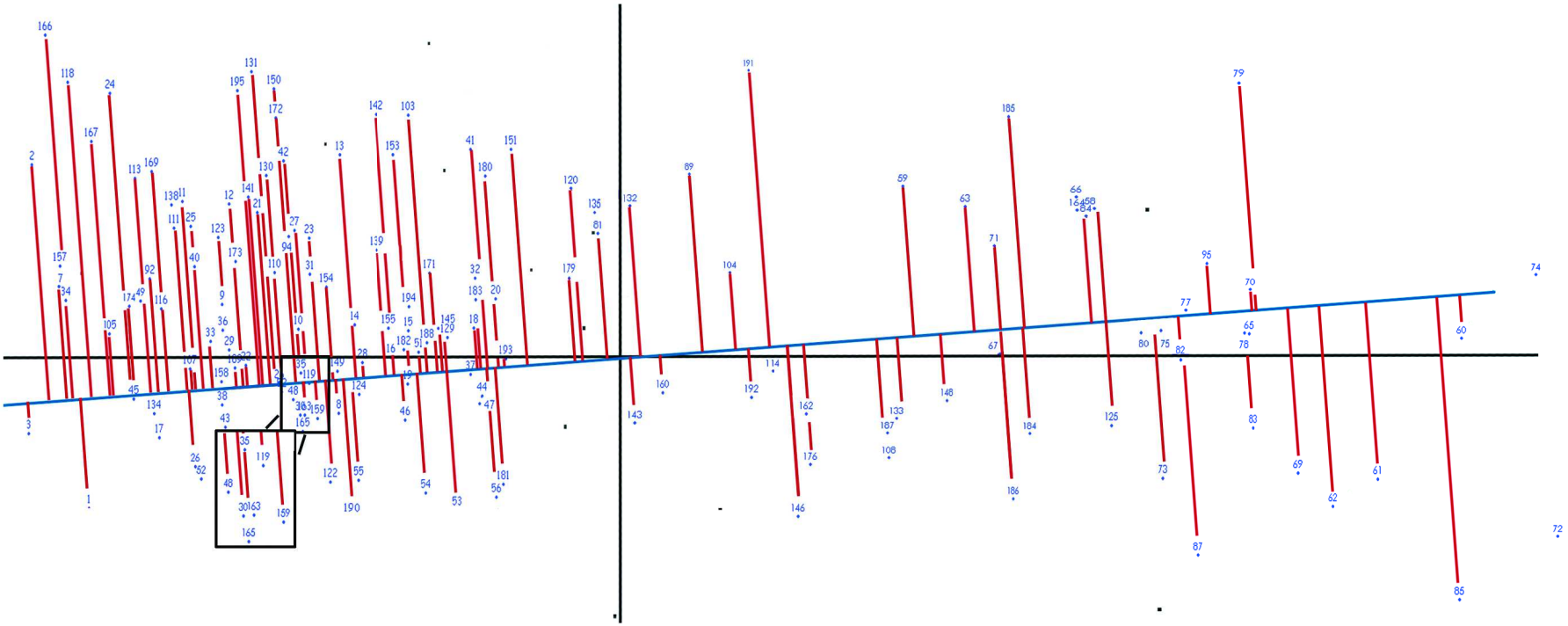
tengelyre jutó 40,28 % (sajátérték:0,339) és a második tengelyre jutó 15,86 % (sajátérték: 0,133) összegéből adódóan. A faj/környezet korreláció viszonylag magas: 0,896 az első tengelyen, 0,614 a másodikon.

A fajok pozíciójának értelmezéséhez az RH vektort mindkét irányba meghosszabbítottam és erre vetítettem le a spóratípusokat képviselő pontokat (24. ábra). Ez nagyjából jelezte a fajok nedvességigény szerinti rangsorát: a jobb szélen azok a fajok foglaltak helyet, amelyek légköri koncentrációja magas páratartalom mellett érte el a maximális szintet, a baloldalon pedig a szárazabb körülmények között terjedő fajok sorakoztak. Ez a sorozat annál közelebb áll a valósághoz, minél magasabb a két tengelynek megfelelő sajátérték relatív fontossága, mely jelen esetben meghaladta az ötven százalékot. A fennmaradó részt, 43,86 %-ot az egyenlet nem magyarázta meg, ezek valószínűleg olyan hatások, melyek nem voltak közvetlen kapcsolatban a vizsgált időjárási tényezőkkel pl.: (spórák érettsége, gazdanövény-fenológia, távoli források). A CCOA szerint a Tmax a magas relatív páratartalommal éppen ellentétes hatású spórakoncentrációt szabályozó faktorként értelmezhető.

Eredményeimet LI és KENDRICK (1994, 1995b) 24 spóratípussal végzett kanonikus korreszpondencia elemzésével hasonlíthattam össze, melynek alapján megállapítható, hogy a kanadai vizsgálatban az első tengelyt szintén az RH és a hőmérséklet határozta meg. Az általam kimutatott nyár eleji, olaszországi állapotok leginkább a kanadai vizsgálat augusztusi eredményeire hasonlítanak. Az amerikai kontinensen folytatott felmérésben jobban érvényesült a csapadék kedvező szerepe, nyilvánvalóan az északi tájakat jellemző nagyobb aszkospóra arány miatt. A meteorológiai változók körét egyéb környezeti tényezőkkel kibővítve (növényzet, forgalom, beépítettség stb.) a szerzők a vegetációs időszakban magas (87 %), míg télen alacsonyabb (44-60 %) értéket kaptak. Mint látható, a növényzet kiemelkedően nagy hatást gyakorolt a kanadai mérések szerint, de véleményem szerint ez a kép a belvárosi mintavételnek köszönhetően alakult ki. Ezzel szemben a brufai területet növénytakaró fedi, így a vegetáció itt nem alkalmas arra, hogy változóként vegyük figyelembe. Más, csak időjárási adatokra alapozó vizsgálatok szerint a meteorológiai tényezők a varianciát hasonló nagyságrendben magyarázták. mint a brufai adatoknál (STENETT és BEGGS 2004: 31,1 % , BURCH és LEVETIN 2002: 36,6 %). **A spóraösszetétel kialakításában tehát az időjárás döntő szerepet tölt be az elsőrendű kiszóródás szabályozása és a légkörfizikai hatások révén.**



23. ábra: A kanonikus korrespondencia elemzés ordinációs biplot képe. A kanonikus tengelyeket meghatározó meteorológiai háttértényezők vektorai (A - K): A: Wild-féle párolgás, B: nyugati szélirány, C: harmatpont, D: széllökés, E: RH, F: csapadék, G: Pd-1, H: dél-nyugati szélirány, I: Tmax, J: Tmin, K: csapadék mentes napok száma. A számok a spóratípusoknak felelnek meg, melyeket a 4. táblázat (2. sz. melléklet) abc sorrendben, a 9. táblázat (2. sz. melléklet) sorszám szerint tartalmaz. A négyzetek a mintavételi napokat képviselik. A keretekben a nyilakkal jelzett ponthalmazok kinagyított részletei tekinthetők meg.



24. ábra: A spóratípusokat képviselő pontok levetítése a mindkét irányba meghosszabbított RH vektorra. Az ábra nagyjából jelzi a fajok nedvességigény szerinti rangsorát. A számok a spóratípusoknak felelnek meg, melyeket a 4. táblázat (2. sz. melléklet) abc sorrendben, a 9. táblázat (2. sz. melléklet) sorszám szerint tartalmaz. A négyzetek a mintavételi napokat képviselik. A keretben a nyilakkal jelzett ponthalmazok kinagyított részlete tekinthető meg.

4.5. A légkör spóraösszetételét befolyásoló időjárási tényezők

A többváltozós elemzés során a korábban is ismert nedves és a száraz légkör gombaelemei jól elkülönültek. A két fő csoporton belül azonban több alcsoport mutatható ki. Az alcsoportokat kialakító környezeti hatások a Spearman-féle rangkorreláció eredményei alapján is felismerhetők voltak, így az elemzések kölcsönösen igazolták egymást. A levegőben egyik vagy másik alcsoport elemeinek relatív gyakorisága megnőhet, míg mások többé-kevésbé a háttérbe szorulnak. Az alcsoportok néha átfedhetik egymást. Az összemosódást kiváltó tényezők között megemlítendő, hogy (1) a levegő kitisztulási folyamata nem tökéletes, a magasan lévő forrásból származó, a kisméretű, ill. a későn kiszóródott spórákat a légmozgás hosszú ideig a levegőben tarthatja, (2) nyitott térben a külső „szennyező" elemek sodródnak be, és (3) a gombák- másodrendű (alternatív) kiszóródási típusaik révén eltérő időjárási feltételek között is kibocsáthatják a spóráikat. Elméleti szempontból fontosnak tartom a valódi és a másodlagos („szennyező") elemek elkülönítését. A következő fejezetekben részletesen kifejtem a légkör spóraösszetételével kapcsolatos eredményeimet, melynek során összevetem a CCOA elemzés és a Spearman-féle rangkorreláció kiértékelését a szakirodalomban található ismeretekkel.

4.5.1. A légkör spóraösszetétele száraz időjárás esetén (AD)

A száraz időjárás hatására kialakuló spóraösszetételt HIRST közlése alapján ismerjük (1953), mely a nemzetközi szakirodalomban „dry-air spora" néven szerepel (ennek alapján a rövidítése „AD"). A CCOA elemzés szerint az Y tengely bal oldalán számos száraz légkörből ismert gombaelemet találtam (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Stemphylium*, *Torula*), míg több, ezidáig besorolatlan spóratípus is e csoportba került (*Arthrinium*, *Stachybotrys*, micéliumdarabkák). Az AD tagjai gyakran barna pigmenttel és tüskés spórafelszínnel rendelkeznek. Számos közöttük a szaprotróf és az allergén faj. Az AD összetételére jellemző a *Cladosporium*-fajok igen magas részaránya (80-95 %). A legtöbb ide sorolt spóratípus mind a saját erdményeim, mind a szakirodalom alapján a legmagasabb napi hőmérséklettel mutat összefüggést (HASNAIN 1993, KATIAL et al. 1997, LIM et al. 1998). Magas légköri páratartalom esetén viszont negatív korrelációt tapasztaltam. A nedvesség gátolja a száraz gombaelemek kiszóródását, melyek a felülethez tapadva nem képesek a légkörbe jutni (pl.: *Erysiphe graminis*: DUTZMANN 1985, *Puccinia arachnidis*: SAVARY 1986, BALLERO et al. 1992). Amennyiben légmozgás lép fel, eleinte fokozódik a megtapadás a benedvesedett felületeken, majd a kiszáradás révén csökkenni kezd. Nyugodt légkörben a víztartalom miatt

nagyobb tömeggel (WEINHOLD 1955) és aerodinamikai átmérővel (MADELIN és JOHNSON 1992) bíró gombaelemek lerakódási folyamatában az ülepedés veszi át a vezető szerepet.

Saját vizsgálataimban az esős napokon készült mintákban jól megfigyelhető volt a xerospórák koncentrációjának csökkenése, mely eredményt számos közlemény is megerősít (FERNÁNDEZ et al. 1998, HAMILTON 1959, HO et al. 1995, KATIAL et al. 1997, LIM et al. 1998). A csapadék negatív hatását bizonyos esetekben (pl.: *Botrytis*-konídiumcsomók, *Cladosporium, Puccinia*) ellensúlyozta a spóraszám rövidtávú, ugrásszerű növekedése. A csapadék szerepe tehát kettős: míg a csendes esőzés kimossa, addig a heves záporok a légkörbe juttatják a nedves bolygatás révén e spórákat (RICH és WAGGONER 1962). Az adatok 24 órás összesítése elfedte ezt a kilengést, így miután az egy napon belül bekövetkezett spóraszám csökkenés és növekedés kiegyenlítette egymást, az általam használt biometriai elemzéssel nem nyílt lehetőség sem pozitív, sem negatív szignifikáns összefüggés kimutatására a csapadék esetében. E jelenséget a nedves bolygatás esetén többször tapasztaltam, melynek pozitív hatásáról főként akkor győződhetünk meg, ha az adatok nem 24, hanem 1-2 órás bontásban állnak rendelkezésünkre. SABARIEGO és mtsai (2000) hasonló tapasztalatokról számolnak be. Vizsgálatukban a 24 órás összesített kladospóriumszám esetében nem jelentkezett szignifikáns eredmény, ugyanakkor az alternáriák mennyiségét csökkentette az esőzés. HJELMROOS vizsgálatában (1993) az *Alternaria* és a *Cladosporium* 24 órás összesített spóraszámát növelte csapadék. HIRST és STEDMAN (1963) számos rozsda és konídiumos gomba esetében kísérletesen is bizonyította a nedves bolygatás lehetőségét (*Cladosporium, Alternaria, Epicoccum, Botrytis, Erysiphe graminis, Puccinia graminis, P. striiformis, P. recondita, Uromyces fabae, Ustilago nuda*). Ugyanezt támasztja alá több szerző eredménye is (AINSWORTH 1952, ALITT 2000, HARVEY 1967, HJELMROOS 1993, HIRST 1953, KURKELA 1997, RANTIO-LEHTIMÄKI 1977, VENABLES et al. 1997).

Gyakran tapasztaltam, hogy a magas páratartalom hatékonyabban játszik közre a légkör tisztulásában, mint maga az esőzés. Ennek oka az lehet, hogy a nedves bolygatás itt is kiegyensúlyozza a kimosó hatást, a magas páratartalom esetén fellépő, korábban részletezett folyamatoknál viszont nincs ilyen ellenhatás.

Az AD spóratípusainak légköri koncentrációja többnyire a **déli órákban** éri el a legmagasabb szintet a magas hőmérséklet által kiváltott légörvények, a konvekció, ill. a megnövekedett átkeveredési mélység következtében. A xerospórák éjszaka egyáltalán nem, vagy csak igen kis számban találhatók a légkörben (ROTEM 1994, PALMERLEY és BENEDICT 1977), ennek oka a kis szélsebesség, valamint a nedvesség, mely a levélfelszínre tapasztja a spórákat. A nedves bolygatás hatására éjszaka is megjelenhetnek a fenti gombafajok spórái a légkörben, mely által a fertőzés számára kedvező körülmény alakul ki.

Vizsgálataim alapján három, száraz légkörben kialakuló alcsoportot figyeltem meg.

4.5.2. A légkör spóraösszetétele párolgás esetén (AD*e*)

A környezet nedvesség-csökkenése hatást gyakorolt a légkör spóraösszetételére, az ilyen alkalmakkor újabb gombaelemeket figyelhettem meg a levegőmintákban. A párolgás során a száraz légkör spóraösszetételének egy változata alakult ki, melynek az AD*e* rövidítést adtam. A rangkorreláció alapján igazoltam, hogy egyes spóratípusok a párolgás esetén jelentek meg a légkörben (*Chaetomium*, *Trichothecium roseum*, *Badhamia* spórahalmazok). Az AD*e* spóratípusai a CCOA elemzésben a hőmérséklettel és a légmozgással kapcsolatos változók közötti területen foglaltak helyet. A relatív páratartalom tengelyére való vetítés módszerével a tengely origótól balra eső első negyedében találhatjuk ezeket a gombaelemeket, valamint a közelükben helyezkednek el a de Bary-féle gázzárványokat tartalmazó kiszáradt spórák is. Ide sorolható számos növénykórtani szempontból fontos nemzetség szaporítóképlete: a rozsda és az üszöggombák egyes spóratípusai, az *Oidium* és a Xylariaceae, *Botrytis*, Peronosporaceae is. Az adatpontok rendeződése alapján élesen elhatárolódó csoport nem rajzolódott ki, melynek az lehet az oka, hogy a párolgás szerepét elnyomja a hőmérséklet sokkal erőteljesebb, általános hatása. Az AD*e* tagjainak körülhatárolásánál tehát a rangkorreláció eredményeit is célszerű figyelembe venni.

Az AD*e* **valódi elemeinek** csak azokat a spóratípusokat tekinthetjük, melyeknél a nedvességcsökkenés aktív spóraszórást (higroszkópikus mozgásokat, belső száradást) indukál. A száradás folytán egyúttal számos **másodrendű elem** koncentrációja is emelkedni kezd, mivel a páratartalom csökkenése visszaszóródást is elindíthat. A párolgás során a levélfelszín nedvessége csökken, és így ragadóssága megszűnik, mely a rozsda- és üszöggombák passzív szóródását okozhatja (HAMILTON 1959). Egyes csészegombák (*Pyrenopeziza brassicae*, *Sclerotinia sclerotiorum*) esetén az apotéciumot fedő vízréteg felszáradása csak a reggeli órákra teszi lehetővé az aszkospórák szórását.

Mivel a környezet nedvességtartalmának csökkenése a napsugárzás, a hőmérséklet emelkedés és a légmozgás következménye is lehet, ezért az AD*e* spóratípusai gyakran vegyülnek más AD-alcsoportok spóratípusaival.

Vizsgálataim szerint a szél vagy a hőmérséklet által kiváltott szárító hatás megkülönböztetésére a Piché- és Wild-féle evaporiméterek párhuzamos használatával következtetni lehet. A Wild-féle párolgásmérő kád szabad vízfelülete a hőmérséklet-emelkedésre és a napsugárzásra érzékenyebben reagál, mint a Piché-féle párolgásmérő, mely egy fentről zárt cső lévén, csak az alsó nyílását lezáró szűrőpapírkorongon át képes párologni,

azonban a légmozgás hiányában a körülötte kialakuló magas légnedvesség akadályozza a korong kiszáradását, vagyis a párolgás mérését. E két eszközzel nyert adatok különböző mértékben korreláltak a többi meteorológiai változóval (pl. a szélerősség csak a Piché-féle párolgásmérővel adott szignifikáns eredményt, a Wild-féle készülék pedig a Tmin-el mutatott erősebb szignifikáns összefüggést, a 25. ábra, 3.sz. mellékletben feltűntetett példa szerint). A párolgási adatokat ritkán rögzítették, vagy használták fel levegőbiológiai vizsgálatok során; ezeket csupán egyetlen általam ismert irodalmi hivatkozás említi (MUNUERA et al. 2001). A szél vagy a hőmérséklet által kiváltott szárító hatás megkülönböztetésére a levegőbiológiai szakirodalomban nem találtam hivatkozást.

Az AD*e* közé sorolt ─ többnyire növénypatogén fajok ─ a **reggeli-délelőtti órákban** érik el a maximális spórakoncentrációjukat (Peronosporaceae: WAGGONER és TAYLOR 1958, HIRST 1953, *Oidium*: DUTZMANN 1985, HIRST 1953, *Ustilago*: PANZER et al. 1957, *Polythrincium trifolii*: HIRST 1953, HAMILTON 1959, SREERAMULU 1959). Egyéb közleményekben említett, a száradás hatására spórát szóró további fajok is valószínűleg az AD*e* elemei közé sorolhatók (DE BARY 1887: *Peronospora tabacina, Phytophtora infestans,* MEREDITH 1961, 1962, 1965, 1966: *Alternaria porri, Cordana, Corynespora, Curvularia, Drechslera, Helminthosporium turcicum, Memnoniella, Zygophyala, Zygosporium oscheoides, Deightoniella torulosa*, INGOLD 1971: *Trichia persimilis, Gymnosporangium juniperi-virginianae*). A jövőbeli vizsgálatok során fontosnak tartom még több műszeres méréssel igazolni e növénykórtani szempontból jelentős spóraösszetétel kialakulásának pontosabb körülményeit.

4.5.3. A légkör spóraösszetétele száraz bolygatás esetén (AD*d*)

Erős szél alkalmával szembetűnő volt a száraz légkör spóraösszetételének mennyiségi és minőségi átalakulása. Az AD összetételét a fellépő erősebb légáramlatok (>4 m/s), ill. széllökések módosították, e változat jelölésére az AD*d* rövidítést vezettem be. Az AD*d* elsősorban erősen rögzült elemek leszakítása révén alakult ki. AD*d* **valódi elemei** közé sorolhatók a talaj- és fakéreglakó fajok, a korompenészek, a koprofil- és a sztaurokonídiumos gombák, az „óriási spórák” (*Bipolaris, Podospora, Phragmidium, Tetraploa*) a termőtestek (*Ampelomyces*) és szkleróciumok. Jellegzetesen ide tartoznak a száraz légkör vegyes fajösszetételű spóraaggregátumai. A szakirodalomban található egyes adatok is gyakran az erős széllel és széllökésekkel magyarázhatók, példaként hozható fel bizonyos konídiumok (*Drechslera, Pithomyces, Epicoccum, Nigrospora*) téli visszaszóródása (LI és KENDRICK 1994, 1. ábra). Az éretlen spórák, konídiumtartók és a gombaelemeket tartalmazó növényi

szövetdarabok leszakítása is erősebb behatásra mehet végbe. ROTEM (1964) a Negev sivatagi szélviharában vett mintáiban éretlen és növényszövet darabkákra tapadt *Alternaria solani*-konídiumokat figyelt meg. Hasonló észrevételeiről számol be MEREDITH (1966), aki a konídiumtartókon rögzült éretlen konídiumokról, micéliumdarabkákról, és levéldarabkákra tapadt konídiumokról is említést tesz. BOCK et al. (1997) a *Peronosclerospora sorghi* levelek belsejében található oospóráinak terjedésével kapcsolatban megjegyzi, hogy az erős szél hatására a sérült levelek széléről leszakadó gombaelemek a levegőben terjednek. EDMONDS (1979) megemlíti, hogy a porviharok során szkleróciumok juthatnak a levegőbe. TILAK és PANDE (2005) szerint a spóracsapdákban található micéliumdarabkák filloplán gombáktól származnak, melyeket az erős szélben egymáshoz dörzsölődő levelek juttatnak a levegőbe.

A hordozható Hirst-típusú spóracsapdával gyakran találtam nagyobb méretű gombaelemeket a talaj közelében, mint nagyobb magasságban, a talajközeli levegő spóraösszetétele hasonlított arra, amit az AD*d* estében megfigyeltem. A nagyobb légátkeveredés és a lamináris hártya rövid ideig tartó eróziója hatására a talaj közelében lebegő spóratípusok szintén feljuthatnak a magasabb légrétegekbe. A *Bipolaris*- és *Tetraploa*-konídiumok valószínűleg éppen ez okból mutattak a brufai mérésekben a széllel erős és kizárólagos korrelációt. A hideg éjszakákon, kis légköri átkeveredéskor kiszóródó spórák sem érik el a magasan elhelyezett csapdát, csupán egy kis részük jelenhet meg napközben a felkavarodó légörvények hatására. Az AD*d* **valódi elemeinek** tehát azokat a részecskéket tekinthetjük, amelyek csak erős szél hatására képesek a levegőbe jutni.

Az AD*d* **másodrendű elemeinek** tekintendők azon fajok, melyek egy bizonyos széliránnyal kizárólagosan (vagy legerősebben) korrelálnak, és alkalomszerűen, kis mennyiségben jelennek meg a spóracsapda szalagján. E gombaelemek távoli forrásokból, a széllel szállítódnak a mintavételi területre (miközben koncentrációjuk is lecsökken), míg forrásterületükön koncentrációjukat más időjárási tényezők befolyásolják. E spórák utalhatnak a légáramlat földrajzi eredetére és a növényzetre, mint például azt a *Phragmites, Populus, Salix* és *Ulmus* gazdanövényeken élő gombák spóráinak *(Arthrinium cuspidatum, A. luzulae, Coremiella ulmariae, Dictyodesmium ulmicola ?, Pollaccia sp., Trimmatostroma salicis)* esetében nagy valószínűséggel feltételezhetjük, melyek a vizes élőhelyek irányából érkezhettek a brufai szőlőültetvény légterébe. LACEY (1996) a spórák forrását aerobiológiai módszerekkel mérte be, így több alkalommal sikerült bizonyítani gombafajok új földrajzi előfordulását (pl. *Pithomyces chartarum*, *Pyrenopeziza brassicae*). Azok a másodrendű elemek, amelyek a szél szárító hatására jutnak a légkörbe, átfedésbe kerülhetnek az AD*e*-vel. E jelenséget a Piché- és Wild-féle evaporiméterekkel végzett párhuzamos brufai vizsgálatok is igazolták.

Annak ellenére, hogy a szél szerepe a részecskék légköri helyváltoztatásában nyilvánvaló, gyakran tapasztalható, hogy a szél nem mutat összefüggést a spóraszámmal. Ez a brufai eredmények esetében is igazolódni látszott, de miután elvégeztem a szél adatok sebesség és irány szerinti felbontását─ melyet KATIAL és mtsai (1997) is javasoltak─ új és árnyaltabb eredményekhez jutottam. Egyes spóratípusok kizárólag a légáramlatok hatása alatt álltak és egyetlen széliránnyal mutattak pozitív korrelációt (pl. *Bipolaris*, *Cladosporium echinulatum*, *Sordaria*, *Phragmidium*). Ugyanakkor a szél bizonyos gombaelemek koncentrációját csökkentette (*Schroeteria delastrina*, *Valsaria insitiva ??*), mely valószínűleg a szél hígító hatása révén érvényesült, amennyiben a légáramlat spóraforrásoktól mentes terület felől érkezett. Több szerző (HAMILTON 1959, GINER et al. 2001, LOPEZ és SALVAGGIO 1983) egybehangzó közlése szerint a nagy szélsebesség csökkentette az *Alternaria*, *Cladosporium*, *Botrytis*, *Ganoderma*, *Cladosporium*, *Entomophtora*, és az uredospórák mennyiségét. WADIA és mtsai (1998) szerint a tartós szél hatására csökkent, míg a hirtelen fellépő, nagy erejű széllökések idején nőtt a *Passalora personata* konídiumszáma. LIN és LI (2000) vizsgálatában 5 m/s szélsebesség felett csökkent a spórakoncentráció, majd erős szél hatására ismét nőtt. Az erős széllökések megrongálják a konídiumtartókat és letépik az éretlen konídiumokat, ezért a spórakoncentráció több napra visszaeshet (LANGENBERG et al. 1977). A több (3-6) napig tartó erős szél csökkenti a légkörben terjedő gombaelemek mennyiségét: a légáramlat a gombatelepek erősebben rögzült, éretlen spóráit is letépi, kiüríti a spórakészletet, és a konídiumtartók leszaggatásával késlelteti az új spórák képződését (LANGENBERG et al. 1977). Az erős szél valószínűleg hasonló okok miatt csökkentette az *Alternaria* koncentrációját MUNUERA és mtsai (2001) vizsgálatában.

Az AD*d* rendszeresebb évszakos és napszakos előfordulása is kialakulhat egyes területeken, (pl. ahol az erős szél a kora tavaszi időszakot vagy a délutáni órákat jellemzi- GREGORY 1961, OGDEN et al. 1969). Az AD*d* gyakran tartalmazza a 24 órán belül **kettős maximumot** adó (LACEY 1981) fajokat (*Helminthosporium*, *Pithomyces*, *Tetraploa*). Az *Alternaria helianthi* kétcsúcsú napi görbéjét a déli hőség, és a délutáni viharok alakítják ki (ALLEN et al. 1983, MUNUERA et al. 2001). A rendszertelenül jelentkező erős széllökések, (más bolygató hatásokhoz, pl. az éjszakai erős esőzésekhez hasonlóan) felborítják a 24 órás koncentrációdinamika jellegzetes lefolyását (COLE 1971, ROTEM 1994, HAMMET és MANNERS 1971, HILDEBRAND és SUTTON 1982). Az *Alternaria porri* MEREDITH (1966) közlése szerint a napszaktól függetlenül (éjszaka is), az erős szél hatására jelent meg a légkörben, mely véleményem szerint a spóra nagy méretével lehet összefüggésben.

Az AD*d* növény- és közegészségügyi szempontból is figyelmet érdemel az allergén részecskék szezonon kívüli megjelenése, valamint a homokverésés a porviharok kapcsán (l. FARKAS et al. 1999).

4.5.3.1. A száraz légköri aggregátumok

A gombaelemek összetapadhatnak más, növényi vagy talajeredetű részecskékkel és együtt szállítódnak. Az ilyen **száraz légköri (heterogén) aggregátumok** gyakran figyelhetők meg a levegőmintákban. Mivel erről a jelenségről csak elszórt megjegyzéseket találhatunk a szakirodalomban, az ezzel kapcsolatos vizsgálatok mellett fontosnak tartom az ide vonatkozó megfigyelések kissé részletesebb leírását. A gombaelemek legtöbbször növényi trihómákra (nyárfa termésszőr, csillagszőr), epidermisz darabokra, ritkábban virágporszemekre vagy zuzmó telepdarabokra tapadnak. A tapadást valószínűleg a spóra felszíne, csírázása, a szerves v. szervetlen szemcsék ragasztó hatása vagy a trihómák közötti fizikai rögzülés biztosítja. Városi környezetben gyakran ragasztóanyagként szerepelhetnek a kémiai légszennyező anyagok is.

A ***pollen-gomba aggregátumok***ban előfordultak a kladospóriumok, a gömbölyű tallikus konídiumok (*Atichia* spp?) és a *Tripospermum*-fajok. Rövidebb időszakokban a levegőminták teljes pollentartalmának 20-40 %-a is gombával fertőzött volt. A virágporszemek és gombák alkotta részecskék jellegzetes összetételét néhány brufai példán keresztül mutatom be. 1994. június 27/a: gombahífák 12 db. Poaceae-pollent tartanak össze; 1994. június 27/b: gombahífák 9 db. Poaceae-pollent tartanak össze; 1994. június 27/c: 2 db. Poaceae, 12 db. *Tranzscheliella hypodytes*; 1994. június 27/d: 1 db. Poaceae-pollenszemen 2 db. *Alternaria*, 26 db. *Cladosporium*; 1996. június 16.: 3 db. *Cladosporium*, 1 db. *Leptosphaeria*, 1 db. ismeretlen aszkospóra, 1 db. ismeretlen gombaelem. A **pollen felszínén szállítódó gombaelemek** száma nőtt a szél sebességével – elsősorban az 1,5-4 m/s közötti tartományban, emelkedett továbbá a csapadékmentes napok számával és a párolgással. Pozitív kapcsolatban állt a Tmin és Tk értékével, az észak-keleti széliránnyal, negatív összefüggést mutatott a szélcsendes napok számával, a Pd-1 és Pd-2-vel. Levegőmintákban ritkábban megfigyelhető jelenség volt az, mikor a **gomba egy pollen belsejében** foglalt helyet, amelyet kitöltve mikroszkleróciumot képzett. A gomba teljesen kitöltötte, vagy belülről körbenőtte a virágporszem belső falát, a kolpuszon micélium behatolása volt megfigyelhető (pl.: 1996. június 23. Brufa, 29/i. 3.sz. melléklet). A pollen belsejében szállítódó gombaelemek légköri mennyisége a nyugati szélirántól függött, a légnyomás negatív hatást gyakorolt. A viharos esőzés és a légköri talajszemcsék korrelációja szintén pozitív összefüggésre utalt.

A ***növénytörmelék-gomba aggregátumok*** esetén többnyire növényszövet darabka vagy növényi szőr felszínére tapadva, (esetenként a csillagszőrök elágazásaiba, olykor az üreges trichómacső belsejébe helyezkedve) fordultak elő a spórák [3 és 4 válaszfalas *Pestalotiopsis* fajok, a visszaszóródott aszkospórák (*Pleospora herbarum ??* és *Splanchnonema*), barna színű *Sphaeropsis sp., Tripospermum sp., Cladosporium aecidiicola ??* és C. *phlei*-típus (ez utóbbi sok esetben tömegesen fordult elő a trihómákon)]. Ezt az aggregátum-típust a következő brufai példákkal szemléltetem: 1994. június 27/e: 1 db. nyárfaterméssőrön 12 db. *Alternaria*; 1994. június 27/f: 1 db. nyárfaterméssőrön 10 db. *Alternaria* és 14 db. *Cladosporium*; 1996. június 3.: 1 db. nyárfaterméssőrön 1 db. Poaceae, 1 db. Chenopodiaceae, 3 db. *Alternaria*, 41 db. *Cladosporium*, 1 db. *Periconia*, 1 db. *Leptosphaeria*, 1 db. ism. aszkospóra, 3 db. micélium. **A növényi trihómák felszínén szállítódó gombaelemek** mennyiségét növelte a szélsebesség, főként a 4 m/s feletti észak-keleti szélirány, a párolgás és a napsütéses órák száma. **A növényszövet darabkák felszínén szállítódó gombaelemek** ellenben az észak-nyugati szél, és a tartós szélirány megváltozásának hatására kerültek a légkörbe. **A gombaelemektől mentes növényi trihómák** légköri koncentrációja pozitív kapcsolatban állt a Tmin értékkel, a szálló homokszemcsék jelenlétével, a párolgással, az észak-keleti széliránnyal, a csapadékmentes időszak hosszával; negatív kapcsolat állt fenn a Pd-1 adatsorral.

A hordozható Hirst-típusú csapdával végzett ellenőrző vizsgálatomban figyelemmel kísértem a spórákkal kevert, micéliummal átszőtt talajszemcsék (40-60 μm), növényi trihómák és szövetdarabok légköri magassági eloszlását. A talajszinten a növényi törmelék 80 %-a tartalmazott gombaelemeket. A 150 cm-es, felsőbb légrétegben a növény eredetű részecskék 50 %-a hordozott gombaelemeket; itt a korhadt növényi törmelékek és talajszemcsék alacsonyabb számban és kisebb átlagos átmérővel (20-25 μm) voltak jelen. A kis tömegű, üreges, levegővel telt növényi trihómák száma viszont nem változott jelentősen a szintkülönbséggel.

Az összetett légköri elemek valószínűleg az erős széllökések, a homokverés, és a levelek söprő hatására jutnak a légkörbe, és javarészt a levélfelszínről, visszaszóródásból származnak, mivel a leülepedett pollen, a növényi törmelékek és a spórák itt kerülhettek egymással kölcsönhatásba. Az összetett szemcsék tényleges sűrűsége csökken, alakja, felülete egyenetlenné válik és megsokszorozódik. Az így létrejött részecske tulajdonsága jelentős mértékben eltér egy önálló spóra ill. pollen eredeti aerodinamikai adottságaitól; légköri ellenállása és megtapadási esélye megnövekszik (LACEY 1991). Ez utóbbi eshetőség annak köszönhető, hogy amint a kisebb spórák aggregálódnak, vagy nagyobb részecskére tapadnak, „impaktor” jellegű fizikai tulajdonságokat vesznek fel (MCCARTNEY és BAINBRIDGE 1987),

melyek a filloplánon való elterjedésüket biztosítják. Az összetapadt spórák rövidebb utat tesznek meg a légkörben, és általában nem jutnak ki a lomb közül (MCCARTNEY és BAINBRIDGE 1987). Az aggregátumok több allergént tartalmaznak, és a légzőrendszer felsőbb szakaszán tapadnak ki, így allergiás alveolitisz helyett allergiás jellegű asztmát váltanak ki (LACEY et al. 1972).

4.5.4. A légkör spóraösszetétele nedves felmelegedés esetén (AD*b*)

A nagygombáktól származó bazidiospórák a CCOA elemzésben Pd-1 és a Tmax által közrefogott területen, a szélirány faktoroktól független, más gombaelemektől viszonylag különálló csoportot alkottak. Ezt az elhatárolódó együttest valószínűleg a hőmérséklet és a korábbi időszak esőzései határozták meg. A rangkorrelációban a mintavétel idejénél két-három nappal korábbi esőzésektől függött a spórák koncentrációja, melyet a termőtestek kialakulásával magyarázhatunk. Bizonyos nemzetségeknél (pl.: tinta-, tinóru- és tőkegombák) jellegzetes volt a 48 órás hőmérséklet emelkedés pozitív hatása is. E csoport további érdekessége volt, hogy a spórakoncentráció az éjjeli és a reggeli időszakkal mutatott korrelációt. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a bazidiospórák aktív kiszóródása **éjjel** történik, pontosabban a 02.00 és 04.00 óra közötti időszakra esik (LACEY 1981). A levegőminták mikroszkópi vizsgálata során azonban az AD*b* elkülönülése nem volt szembetűnő, mivel az AD más alcsoportjaival könnyen összekeveredik. Gyakorlati jelentősége csupán a nyár végén, a bazidiospórákra érzékeny betegek allergiás tüneteinek előrejelzésében lehet.

4.5.5. A légkör spóraösszetétele nedves időjárás esetén (AW)

A nedvesség, a csapadék és a magas páratartalom drámai hatással változtatta meg a levegő spóraösszetételét. Az ilyen időjárási viszonyok alkalamával a HIRST (1953) által közölt „wet-air spora” csoport ismerhető fel, melynek rövidítése a későbbiekben AW. A CCOA elemzés alapján maga az Y tengely képezte a határvonalat az AW és az AD spóratípusai között, az ábra jobb oldalán, a magas relatív páratartalom vektora köré csoportosuló fajok közé tartozott a legtöbb *Ascomycetes* és *Coelomycetes*. A nagyobb mértékű eső a hialodidymae és a *Leptosphaeria*-fajok számát növelte, de már kisebb vízmennyiség is elegendő volt a *Chaetosphaerella*, Dyatripaceae, *Lophiostoma vicinum* és a *Nectria*-típusú spórák kiszórásához. Az eredményeimet a szakirodalomban található eredmények is megerősítik, melyek a teljes aszkospóraszám és az eső között fennálló összefüggést közlik (BURCH és LEVETIN 2002, HASNAIN 1993, MEREDITH 1962, ROYES 1987, SHAHEN 1992, TUROTT és

LEVETIN 2001). Azonban e teljes aszkospóraszámmal végzett elemzésekből nem tűnnek ki az általam bemutatott kisebb különbségek a fajok között (TUROTT és LEVETIN 2001). A különböző tömlősgombafajok spóraszórásához eltérő vízmennyiség szükséges, mint azt GREGORY és STEADMAN (1958) bemutatta az *Ophiobolus graminis* és a *Venturia inequalis* példáján. A fenti oknál fogva az esőzés időtartamának hatása sem egységes. Egyes gombafajok spóraszórása már az esőzés első perceiben, kis (0,25 mm) mennyiségű csapadékkal megindul, más esetben az első órában, vagy pedig 3-6 órával az eső után tetőzik az aszkospóra koncentráció. További közlemények olyan fajokról is beszámolnak, ahol a legmagasabb aszkospóra koncentráció az esőt követő 2-13. órában észlelhető és a növényfelszín kiszáradásáig tart (*Pyrenopeziza brassicae*: MCCARTNEY és LACEY 1990, *Anisogramma anomala*: PINKERTON et al. 1997). Kis mennyiségű aszkospóra már köd hatására is kiszóródhat, de nagyobb mennyiségű koncentráció eléréséhez legalább 1-2 mm-es esőzés szükséges (*Phaeosphaeria* spp: ARSENIUK et al. 1997, *Venturia inequalis*: HIRST és STEDMAN 1962, *Gaeumannomyces graminis*: GREGORY és STEDMAN 1958, *Mycosphaerella pinodes*: CARTER és MOLLER 1961). Több közlemény egybehangzó állítása szerint (BURGE 1986, HORNER et al. 1992, MEREDITH 1962, TUROTT és LEVETIN 2001) az intenzív, ill. viharos esőzések még az aszkospóraszámot is csökkenthetik. E jelenséget a *Clypeosphaeria notarisii, a Leptosphaeria eustomoides* és a *Caloplaca* sp. esetében tapasztaltam. BURGE (1986) közlése szerint a *Leptosphaeria* és *Ophiobolus* nemzetségek koncentrációja az esőzés időtartama alatt végig magas maradt; eredményei alátámasztják az általam megfigyelt összefüggéseket.

A mintavételt megelőző nap esőzései (Pd-1) gyakran magasabb légköri aszkospóraszámhoz vezettek, mint az aznap hullott csapadék. A szakirodalom hasonló észrevételeket közöl (RICHARDSON 1996, TUROTT és LEVETIN 2001). Ennek magyarázata az lehet, hogy bizonyos gombafajok esőzés után termelik ill. szórják a nagyobb mennyiségű spórát (LACEY 1981), mely pl. a fény hatására következik be a bitunikátus tömlősgombafajok esetében. A csapadékmentes napok száma csökkentette az aszkospórák mennyiségét a légkörben MCCARTNEY és LACEY (1990) megfigyelései szerint, ezt a jelenséget széles körben tapasztaltam e csoport tagjainál.

A magas hőmérséklet és az aszkospóraszám kapcsolata az ide vonatkozó irodalomban nem egységes, egyes szerzők ─ saját eredményeimmel összhangban ─ a koncentráció csökkenéséről (BURCH és LEVETIN 2002, BURGE 1986) mások viszont a növekedéséről számolnak be (HASNAIN 1993, LEVETIN 1998, LI és KENDRICK 1995b). LIN és LI (2000) vizsgálatában a spórakoncentrációt nyáron csökkentette a hőmérséklet emelkedése, télen viszont növelte. Ebben a kérdésben bizonyára az évszak szerepe a döntő. A dolgozatomban

szereplő vizsgálatokhoz hasonló─ ugyancsak májusban végzett megfigyelések (LI és KENDRICK 1994, TUROTT és LEVETIN 2001) is negatív összefüggést tártak fel az aszkospóra koncentráció és a hőmérséklet között, de az egész éves (LEVETIN 1998, LI és KENDRICK 1994) vagy a külön is megvizsgált téli időszak (LI és KENDRICK 1994) statisztikai elemzése a magas hőmérséklet pozitív hatását bizonyította (vö. nagyspórás *Venturia*-típus).

Az AW **valódi elemei** a csapadék vagy magas páratartalom hatására megjelenő gloiospórák. Az elsőként becsapódó nagy vízcseppek bolygató hatására a xerospórák koncentrációja rövid időre ugrásszerűen emelkedik, ezek viszont csak **másodrendű elemeknek** tekintendők. Ezt követően megnő a hidrofil gloiospórák száma, majd a hosszan tartó eső hatására a legkisebb méretű száraz spórák és az aszkospórák is kimosódhatnak, vagy pedig a cseppfelverődéssel újabb gombaelemek jelennek meg a levegőben. A különböző forrásból származó spórák a kialakuló vízfilmen és az egymásnak ütköző és szétporladó, elpárolgó esővízcseppekben összekeverednek. Az átnedvesedett tömlősgombákból szóródó aszkospórákat a magas páratartalmat igénylő bazidiospórák követik (FRANKLAND és GREGORY 1973, HARRIES et al. 1985, BROWN és JACKSON 1978).

Az AW az **éjszakai** órákra jellemző spóratípusokat is többnyire magába foglalja. A tömlősgomba fajok az éjszaka megvastagodott lamináris hártyát képesek átütni az aktív aszkospóraszórás révén, így terjedésük az ilyen kedvezőtlen légköri viszonyok között is biztosított. TILAK és PANDE (2005) a 21 aszkospóra-típus napszakos előfordulása alapján négy alcsoportot állapított meg; az általuk megvizsgált aszkospóra-típusok fele az éjszakai órákban fordult elő. A spóraszóródás vízigénye és a különböző napszakokban jelentkező esőzések szerint valószínűleg számos alcsoportja létezhet, a CCOA elemzés, és gyakorlati megfigyeléseim alapján egy alcsoport elkülönítését tartom indokoltnak.

4.5.5.1. Az aszkospóra oktádok

Számos tömlősgombafaj spórája az aszkuszból való kiszóródás után az eredeti aszkospóra oktád formájában található meg a levegőben is. A jelenséget a *Caloplaca, Clypeosphaeria notarisii, Delitschia* sp., Diatrypaceae, *Otidea* sp., *Rhizina undulata, Stereocaulon*?, *Valsaria* spp., *Xanthoria* taxonoknál figyeltem meg. Az irodalom is megemlíti a spóraoktádos légköri terjedést [*Ascobolus stercorarius, Lecanora conizioides, Saccobolus* spp., *Sordaria* spp., *Xylosphaera longipes* (INGOLD 1971); *Eutypa armeniaceae* (CARTER 1965); *Caloplaca* spp, *Diatrype, Xanthoria* (KENDRICK 1990); *Dasyobolus immersus* (BULLER 1909); *Podospora fimicola* (WALKEY és HARVEY 1966)]. Más esetekben (pl. Massariaceae és *Leptosphaeria*-fajok) nem tapasztaltam a légköri spórák oktádos rendezettségét.

A brufai vizsgálatban az ***összes aszkospóra oktád*** mennyiségét növelte a magas páratartalom és az esős napok száma; csökkentette a légnyomás, és a napos órák számának emelkedése. Ez az eredmény azonban csak az aszkospórákra általánosan jellemző koncentrációdinamikát (MAGYAR 2002) tükrözi.

A spóracsomagot összetartó belső erő az ún. szétválási tényezővel (Θ) fejezhető ki (INGOLD 1971). A erősen (Θ=0-0,2) és a gyengén (Θ=0,5-1) összetapadt oktádok tulajdonságait is külön megvizsgáltam. Az **erősen összetapadt oktádok** esetében ugyanazt az eredményt kaptam, mint korábban az összes aszkospóra oktád vizsgálatánál. A **gyenge oktádok száma** is hasonló összefüggéseket mutatott, azonban e csoportnál negatív hatást fejtett ki a Tmin és a párolgás, míg a koncentráció a Pd-1 következtében nőtt. A széthullott oktádok a légkörben sodródó vízcseppekkel sokkal erősebb pozitív összefüggést adtak, mint az egybetapadt „spóracsomagok". A különböző fajok összevonásával kapott eredmények rávilágítottak a faj ill. nemzetség szintű elemzés szükségességére.

Egyes gombafajok ill. nemzetségek Θ-értékét megvizsgálva kitűnt, hogy a brufai légkörben az erősebben összetapadt oktádok főként csészegombáktól vagy zuzmóktól származtak (10. táblázat, 2. sz. melléklet). A gyengébb belső tapadással rendelkező gombaelemek (Diatrypaceae, *Clypeosphaeria*) enyhén széthullottak a csapda szalagján a becsapódás irányában. INGOLD (1971) közleményében is szerepelnek arra vonatkozó adatok, hogy bizonyos gombafajok (pl. a *Daldinia concentrica*) esetében gyengébb a spóracsomagot összetartó erő (Θ=0,4). LACEY és mtsai (1987) megemlítik, hogy a *Pyrenopeziza brassicae* spóráinak 18 %-a négyesével összetapadva található, de ritkábban teljes oktádok is megfigyelhetők.

A spóraoktádok részletes vizsgálatára a Diatrypaceae aszkospóra oktádjait választottam. A **Diatrypaceae spóraoktádok száma** ugyanazt az eredményt adta a biometeorológiai vizsgálatok során, mint a **teljes Diatrypaceae spórakoncentráció** (ez legfőképpen a páratartalom emelkedésétől és a több órás, ill. több napos esőzésektől függött. Ellenkező hatás volt megfigyelhető a napsütéses órák számával. A magas légnyomás, a Tmax, az Sd-1, a csapadékmentes napok száma és a párolgás kisebb mértékben okozott spóraszám csökkenést). A Diatrypaceae aszkospórákat azonban néha magánosan is meg lehetett megfigyelni. A **magános Diatrypaceae spórák** korrelációs eredményei nem mutatták a fenti összefüggést az esőzéssel és a légnyomással; koncentrációjukat a dél-nyugati szél és a páratartalom emelte. A fenti vizsgálatok alapján úgy vélem, hogy a magános spórák a hosszabb légköri szállítódás során kiszáradt és széthullott illetve visszaszóródott oktádokból származnak. Ingold laboratóriumi kísérletekkel bebizonyította, hogy a *Sordaria* spóraoktádok szétesése fokozódik a hőmérséklet növekedésével (INGOLD 1971). CRAIGIE (1945) szerint az

Eutypella spóracsomagja rövidtávon kitapad, és a visszaszóródáskor már a magános spórák terjednek tovább a légkörben. E közlés nyomán terjedt el a szakirodalomban az a nézet, mely szerint az oktád tagjai rövid ideig maradnak együtt a kiszóródást követően, vagyis a spóracsomag a hosszabb távú szállítódás során nem lehet tartós. A brufai mintavétel magasságából ellenben azt a következtetést vonhattam le, hogy ezek az eredetileg egy aszkuszból származó spórák a termőtesttől nagyobb─ legalább 30 méteres távolságban is még többnyire egymáshoz vannak tapadva, vagyis az oktádalakzat tartósabb a feltételezettnél, és olyan légrétegekben is jelen van, ahol adott a nagyobb távolságú terjedés feltétele. A spóraoktádoknak elsősorban az aerodinamikai szerepe ismert (INGOLD 1971): a nyolc spóra közös átmérője megnöveli a kiszórás távolságát, amely az aktívan kiszórt propagulum átmérőjének négyzetével arányos. INGOLD (2001) a spórák oktádos terjedést evolúciós szempontból kedvezőtlennek tartja. Számos aszkomicéta az öntermékenyítés ellen védekezve nem oktádban, hanem egyesével, elkülönítve szórja ki a spóráit [pl. *Cordyceps*-típusú aszkospóraszórás (*Geoglossum, Leptosphaeria acuta, Epichloë typhina,* INGOLD 1971). Véleményem szerint a heterotallikus gombák spóráinak összetapadásával növekszik annak valószínűsége, hogy az adott faj ivaros alakja is megjelenjen egy távoli, új élőhelyen. A homothallikus gombák esetében (pl. zuzmó aszkospórák ─ MURTAGH et al. 2000) az egy aszkuszból származó spórák összetapadásának nincs genetikai jelentősége, viszont jelentős aerodinamikai előnnyel jár a faj terjedése szempontjából. A jövőben tovább folytatható kutatások során érdemesnek tartanám egy kiválasztott gombafaj oktádjainak Θ-értékeit módosító meteorológiai változók közvetlen vizsgálatát.

4.5.5.2. A nedves légköri aggregátumok

A különböző gombafajok spóráiból összetapadt terjedési egységek a nedves légkörben nem tartalmaztak növényi eredetű elemeket. A nedves légkörben szálló gombaelemek a brufai vizsgálatban észak-nyugati légmozgás hatására nagyjából gömb alakú, rendezett terjedési egységekké formálódtak. A legegyszerűbb, és egyben legáltalánosabb terjedési egységet két félkör alakú, összetapadt gombaelem (egy amero- és egy didymospora) alkotta. Biometeorológiai tulajdonságai hasonlítottak az ismeretlen egy válaszfalas, hialin, ovális spóráknál kapott eredményekhez, vagyis a párolgás, a harmatpont, Tmin negatív; a Pd-1, Pd-2, < Pd-3 pozitív hatása érvényesült. A koncentráció pozitív összefüggésben állt a légkörben sodródó vízcseppekkel. A bonyolultabb**, kettőnél több spóratípust egybe foglaló terjedési egységek** átlagosan 4 különböző faj összesen 18 db spóráját tartalmazták. Az egyik 26 db spórát magába foglaló nedves aggregátumban 9 különböző fajt lehetett megkülönböztetni. A legtöbb összetapadt spórát tartalmazó aggregátumban 2 db *Pleospora* aszkospórát 34 db

kisméretű Diatrypaceae spóra vett körül. Mivel a nedves légkörben virágporszemek ritkán fordulnak elő, a gombaelemek elsősorban egymással ragadnak össze. A kisebb elemeknek (pl. Diatrypaceae) fontos szerepe lehet e halmazok kialakításában és összetartásában: az összes aggregátumképző spóra 70 %-át ezek a fajok adták.

4.5.6. A légkör spóraösszetétele cseppfelverődés esetén (AW*s*)

A nagyobb mennyiségű, és hosszabb ideig tartó csapadék hatására jelentek meg a *Colletotrichum*- és *Tilletiopsis*-típusú gombaelemek, az *Excipularia*, *Caloplaca*, *Leptosphaeria rubicunda* és a 3 válaszfalas fuziform spórák. A relatív páratartalom tengelyére való vetítés módszerével az *Ophiobolus* és a *Rebentischia unicaudata* is ide sorolható. E fajok valószínűleg a cseppfelverődéssel terjedő fajok lehetnek, mivel e folyamat sok csapadékot igényel. PINKERTON és mtsai (1997) szerint a csapadék intenzitásával összefüggő spórakoncentráció emelkedésből is következtetni lehet a cseppfelverődéssel való terjedésre. Általános törvényszerűség ugyanis, hogy a heves záporok nagyobb cseppek alakjában érnek a talajra. Ennek alapján szintén hasonló brufai gombaelemeket sorolhatunk e csoportba (*Diapleella clivensis?*, *Didymella*, *Leptosphaeria*, *Rebentischia unicaudata*, kis spórás *Venturia*-faj, 3 válaszfalas fuziform spórák, fonalas-sok válaszfalas spórák). A fenti spóratípusok a cseppfelverődés során létrejött légköri fajegyüttes (AW*s*) **elsődleges elemeinek** tekinthetők. Az általam AW*s* elemei közé sorolt nemzetségek cseppfelverődéssel való terjedése a szakirodalomban található kísérleti eredményekkel is alátámasztható (TILAK és PANDE 2005).

A nedves bolygatás és a cseppfelverődés fogalmának összetévesztése a szakirodalomban gyakran tetten érhető. Ezért fontosnak tartom hangsúlyozni, hogy bizonyos xerospórák (pl. az *Alternaria*- és a *Spilocaea*-nemzetség) esetében is többször felmerült a cseppfelverődés lehetősége, ez azonban nagy valószínűséggel egyoldalú vizsgálatokból leszűrt téves következtetés. Amint ugyanis az esővízben vagy az esős levegő mintákban található összes spóratípus koncentrációját figyelembe vesszük, hamarosan kitűnik, hogy a xerospórák aránya valójában elenyésző, gyakorlatilag tehát csakis a száraz légkört lehet a terjedésükre szolgáló közegként elismerni, az esővízben csupán a légkör kimosódásából eredő szennyeződésként (mint másodrendű elemek) fordulnak elő. Szintén helytelen a nedvesség hatására aktívan kiszóródó aszko- és bazidiospórák besorolása az AW*s* elsődleges elemei közé. A cseppfelverődés a gombaspórák terjedésében a szél után a második legfontosabb tényezőként szerepel (MADDEN 1997).

4.5.6.1. A sodródó vízcseppek

Az esőcseppek spóraszállító szerepét tanulmányozva egy újszerű jeleséget is megfigyeltem, melynek leírását az alábbiakban részletesen közlöm. Az 1999-es, igen csapadékos évben vett Hirst-típusú csapdával vett levegőminták vizsgálata során egy eddig ismeretlen jelenségre figyeltem fel. A mikroszkóp kis nagyításán (10-100×) a Melinex-szalagon 100-3500 μm átmérőjű körök rajzolódtak ki. Nyolcszázszoros objektív alatt tovább vizsgálódva megállapítottam, hogy az egyes körök széle gombaelemek tömegéből állt össze. Egyetlen kör 100-3500 db gombaelemet tartalmazott, emellett a nyári mintákban hialin részecskék is megszámlálhatatlan mennyiségben voltak jelen. A mintákat csapadékos időjárásban gyűjtötte a csapda, melyek főként az AW-ra jellemző gombafajokat tartalmazták. A spórák vízcseppekben jutottak a csapda szalagjára, ahol beszáradva gyűrűs lerakódást alkottak. Hasonló jelenséget spóraszuszpenziók mikroszkópos vizsgálatakor gyakran tapasztaltam. Ez esetben azonban a beszáradt cseppek körül megfigyelhető az ún. korona, a másodlagos cseppekből kialakult öv. A spóragyűrűket a brufai mellett a svábhegyi és a Nagyvárad téri levegőmintákban is felismertem (MAGYAR 2002). Az olaszországi vizsgálatkor a meteorológiai változók elemzésére is lehetőségem nyílt. Az általános, csapadékra utaló korrelációs eredmények közül itt csak a több órás ill. több napos esőzések hatására hívnám fel a figyelmet, melynek döntő szerep jutott a cseppek képződéséhez szükséges vízfilm kialakításában. Az észak-keleti szél negatív hatást gyakorolt a cseppek előfordulására. A brufai mintavételek idején a cseppek az esőzések 60 %-ban alakultak ki. Levegőmintánként átlagosan 11 spóragyűrűt számláltam meg, melyek átmérője (1500-3000μm) fokozatosan csökkent, ezzel párhuzamosan fogyott a bennük található gombaelemek száma, így az utolsó, kisméretű (100-200μm) cseppekben már szinte csak a szervetlen szennyeződések rajzolták ki a szegélyt. A spóraforrások tehát az esőzés során kimerültek, melyről RAJASAB (1994) is említést tesz. Egyetlen alkalommal száraz időszakban is megfigyeltem a spóratömeget szállító cseppeket (1995. 06. 09. Brufa), melyek a nyugati szél hatására jelentek meg; a megfigyelést megelőző napokban esőzés (Pd-3, Pd-4) és a cseppek elsodródása volt kimutatható a területen. A 11. és a 12. táblázat (2. sz. melléklet) a vizsgált cseppek méretét és azok spóratartalmát mutatja be. A légköri vizes terjedéssel kapcsolatos szakirodalom teljesen nélkülözi az ökológiai szemléletet (*Megj.*: Az ide vonatkozó közlemények ugyanis csak egy bizonyos kórokozó, pl. *Colletotrichum gloeosporoides* koncentrációját írják le, az esőcseppekből mikroszkópi vizsgálat helyett hemocitométerrel vagy tenyésztéssel kapott adatok alapján). Ez okból kifolyólag az általam megfigyelt sokszínű fajösszetételről nem találtam említést. Fontosnak tartom a magas légrétegek spóraszállító

vízcseppjeinek jövőbeni kutatását. A vizsgálatoknak tisztáznia kell a cseppfelverődés, a cseppsodródás és a növényzetről lecsorgó (pl.: törzsön lefolyó ill. lombon áthulló) vizek közötti összefüggéseket és különbségeket. A rendelkezésemre álló szakirodalom szerint a Hirst-típusú spóracsapdát még nem használták a cseppfelverődés tanulmányozására (GREGORY és HIRST 1957, GREGORY és STEDMAN 1958). Egyes szerzők ugyanis arról győződtek meg kudarcba fulladt kísérleteik során, hogy a készülék nem alkalmas az ilyen célú vizsgálatokra, mert az esővízben kimutatott spórák nem jelentek meg a csapda szalagján (HUNTER és KUNIMOTO 1974, RAJASAB és RAMALINGAM 1989). MEREDITH (1962) hasonló jelenséget tapasztalt, azonban miután eltávolította a csapda esővédő ernyőjét, a mintavevő készülékbe vízcseppek sodródtak be, majd eddig még nem gyűjtött fajok (*Gloeosporium musarum* és *Cercospora musae*) konídiumai is feltűntek a mintákban. A fent idézett kísérletekben a csapda mindig a talajszinten volt elhelyezve, az ernyő pedig akadályozta a csapda körül a cseppfelverődést. Annak ellenére, hogy a saját vizsgálataimban az ernyőt nem távolítottam el, mégis bejutottak vízcseppek a csapda szalagjára. Ennek oka az lehet, hogy a készülék nem a talajszinten volt, hanem több tíz méteres magasságban, ahol a nagyobb szélsebesség mellett ún. vízszintes esőzés alakulhat ki (VAN MOOK 1999). Ezek a vízcseppek a szűk beszívónyíláson át bejuthatnak a csapdába [JARVIS 1962b, valamint CARLO LANZONI a „Lanzoni SPA" (a spóracsapdát gyártó cég) tulajdonosának szóbeli közlése alapján]. A vízcseppekben található spórák eredete kapcsán további kérdések vetődhetnek fel. Tudomásom szerint talajról vagy növényzetről felverődő cseppek kimutatását célzó vizsgálatot még nem folytattak néhány méternél magasabb légrétegeben. A talajról való cseppfelverődés egy méteres magasság felett valószínűtlen. Ismeretes az is, hogy a növényfelszínről erősebb a cseppfelverődés, mint a talajról (RAJASAB 1994). Feltételezhetően a spórák a cseppfelverődés, vagy a lombcsepegés fajegyütteséből származnak (a cseppfelverődés során a magasabb légrétegekbe a fák lombozatáról is kiszakadhatnak ilyen cseppek). Néhány esetben a szalagra korábban kitapadt részecskéket „rendezték át" a cseppek. Ilyenkor egy vízcsepp megfolyik a forgódobon, és jellegzetes utat vág a kitapadt részecskék között, melynek végén az összetorlódott spórák félhold alakot vesznek fel. Ez esetben a csepp eredeti spóratartalma sem ismert. GREGORY (1961) a felverődésből származó cseppek esetén hasonló mérettartományt (5-2500μm), és gombaelem koncentrációt (2000-3000 db *Nectria* sp. spóra/csepp) írt le, mint azt a cseppsodródásnál tapasztaltam. E munka alátámasztja a tartós esőzés fontos szerepére vonatkozó eredményemet is, mert az esőzés hosszának döntő szerepet tulajdonít a megfelelő vastagságú (0,8 mm) vízfilm kialakulásában. A brufai mintáimban az észak-keleti szél negatív korrelációt adott a cseppek megjelenésekor, ami GREGORY (1961) közlése alapján arra enged következtetni, hogy a cseppek elszállítódhatnak. Több szerző (FITT

és BAINBRIDGE 1983, BRENNAN et al. 1985, HUNTER és KUNIMOTO 1974, LACEY 1984) feltételezése szerint a felverődésből származó kisebb cseppek széllel kísért esőzés közben nagy távolságra is elsodródhatnak, míg végül elpárolognak. STEDMAN (1980a) megfigyelte, hogy a *Ramulispora herpotrichoides* spóráit szállító cseppek 16 méter vízszintes szállítódás után csapódtak a növényzet felületére. Sűrű növényzetben a távolság 3 méterre csökkent (STEDMAN 1980b). Ritkább növényállomány esetén, vagy magasabb légrétegben ennél nagyobb mértékű cseppsodródás is elképzelhető. A kanonikus korreszpondencia elemzés során a cseppsodródás adatpontja a cseppfelverődésből származó spóratípusok között helyezkedett el. A cseppsodródásnak jelentős növényvédelmi vonatkozása lehet, tekintettel a fertőzés különleges körülményeire. Ezek közül kiemelném a vízcseppben összetorlódott különböző fajok közötti kölcsönös csírázás gátlást és serkentést. A vízcsepp elősegíti a megtapadást és a csírázást is (JARVIS 1962b). A spórák túléléséi esélye növekedhet a nagy távolságú szállítódáskor (LDD) – ennek során a vizes közeg valószínűleg kedvező hatást gyakorol. Valószínűnek tartom, hogy e módon az LDD a gloiospórák esetében is bekövetkezhet.

4.7 A légkör fajgazdagsága

A brufai légkör gombaelemeinek biológiai sokféleségét (**biodiverzitás**át) a Margalet- és a Shannon-féle biodiverzitási mutatókkal, valamint a jobboldali dominancia szerinti diverzitási rendezéssel vizsgáltam. A Shannon-diverzitás átlagos értéke 1,233 volt.

A Margalet-féle index szignifikánsan növekedett a Tmax és a Tk emelkedő értékével, míg csökkent az északi irányból fújó szél hatására. A ritka fajok jelentőségét jobban hangsúlyozó Shannon-diverzitás szintén pozitív összefüggést mutatott a Tmax-al és a napi hőingással, negatívat a szélerősséggel és a csapadékkal (13. táblázat, 2. sz. melléklet). Az esőzés során a légkör fajösszetétele kicserélődött (26. ábra, 3. sz. melléklet). Bár egy ilyen alkalommal érte el a fajszám a legmagasabb értékét (113 db spóratípus/m^3), a csapadék biodiverzitásra kifejtett hatása összességében mégis negatívnak bizonyult. Az AD aránya (itt a hőmérsékletemelkedésre pozitív és az esőzésre negatív korrelációt adó spóratípusok relatív gyakorisága) még a nedves napokon is megközelítette a hőmérséklettel negatív és a csapadékkal pozitív összefüggésben álló spóratípusok (AW) arányát (14, 15. táblázat, 2. sz. melléklet). Ennek oka valószínűleg az esőzés kezdetén gyakran fellépő nedves bolygatás lehetett, valamint a rövidebb esőzéseket követő gyors felszáradás. Ez fordított esetben viszont nem mondható el: a száraz napokon az AW aránya igen alacsony volt (átlagosan 22,5 %), és valószínűleg csak az éjszakai magasabb relatív páratartalomnak, vagy a lassú kiülepedésnek,

ill. a visszaszóródásnak köszönhetően lehetett jelen ezekben az időszakokban. A brufai területen az északi széliránnyal egyetlen spóratípus sem mutatott korrelációt, a tiszta levegő beáramlása csökkentette a fajok számát. Ennek ellenkező esetét sem lehet kizárni, hiszen a vizsgálat során összesen 27 db spóratípus jelent meg a nyugati széliránynak köszönhetően Brufa légterében, ill. egy alkalommal az összes spóratípus 22,3 %-át ilyen fajok adták, de ezek ellenére a biodiverzitás növekedését (r=0,267) nem lehetett statisztikailag bebizonyítani (P>0,05).

A jobboldali dominancia szerinti diverzitási (RTS) rendezés eredményei jól mutatják, hogy a nedves légkör az első két domináns spóratípus vonatkozásában sokkal diverzebb, mint a száraz légkör. Ennek oka nyilvánvalóan a száraz légkörben tapasztalható *Cladosporium* túlsúly. Ezt követően, a negyedrendű jobboldali dominanciaösszeg szerinti diverzitás után a profil megváltozik, és a száraz légkör kerül fölénybe: $RTS_D(4)=0,568$; $RTS_W(4)=0,548$. Amint haladunk a ritkább fajok irányába, a tendencia folytatódik. A 27. ábrán (3. sz. melléklet) látható dominancia profil a gombafajegyüttes relatív gyakorisági struktúráját tükrözi.

Korábbi vizsgálataim szerint (MAGYAR 1998) Budakeszi környékének zárt erdős részein a fajszám leszűkült a csökkent légáramlás következtében, míg a tisztásokon a légmozgások hatására gazdagodott a légkör gombafajainak összetétele. Valószínűleg részben ennek a hatásnak is tulajdonítható az a jelenség, hogy a külső légtértől elzárt helyeken, pl. lakóterekben viszonylag alacsony a fajszám. A légköri biodiverzitás becslésére korábban még nem történt kísérlet a rendelkezésemre álló szakirodalom alapján. LI és KENDRICK (1995a) a légkörben előforduló gombaspóratípusok számát vizsgálva megállapította, hogy a legváltozatosabb időszak szeptember, a legtöbb gombanemzetség a Tmax hatására jelent meg. Az egy köbméter levegőre vonatkozó valódi biológiai diverzitást azonban még ezek alapján sem határozhatjuk meg, hiszen számos gombafaj nem azonosítható morfológiai módszerrel. A brufai Hirst-féle levegőmintákból összesen 222 különböző típusú gombaelem jelenlétét rögzítettem, ezenfelül a morfológiailag megkülönböztethető de valószínűleg később sem azonosítható spóratípusok számát további 25-50-re becsülöm, viszont a csak tenyésztéssel kimutatható fajok száma nem ismeretes. AIRAUDI és MARCHISIO 1996-ban kiadott közleményében a szerzők Torino levegőjéből 191 db gombafajt ill. nemzetséget mutattak ki különböző szelektív táptalajos tenyésztéses módszerek alkalmazásával. A Hirst-féle és a tenyésztéses módszerrel kapott fajszám tehát hasonló nagyságrendű, de más fajösszetételű. Az egy légköbméterre vonatkozó teljes gombafajszám kimutatása csak több levegőmintavételi módszer egyidejű alkalmazásával lehetséges, mely vizsgálattal a fajszámot valószínűleg 200-300 közé tehetnénk.

4.8 A levegőben ritka gombafajok előfordulása a méz- és esővízmintákban

Bizonyos gombaelemek alacsony előfordulási aránya a légkörben nem csak a helyi spóraforrás hiányából fakadhat. Gyakran tapasztalható, hogy az ilyen „ritka” fajok spórái is jelen vannak a vizsgált környezetben, de *elsődlegesen nem a légáramlatok segítségével* szállítódnak. A rovarok és a törzsi lefolyó víz által szállított fajegyütteseket vizsgálva 83 mézmintából 199 spóratípust, a 24 vízmintából 94 spóratípust azonosítottam (16, 17, 18, 19. táblázat, 2. sz. melléklet-az alábbi fejezetekben említésre kerülő egyes gombaelemek ábráihoz (3. sz. melléklet) tartozó hivatkozások is e táblázatokban szerepelnek).

A *Capnobotrys*-fajok micéliumdarabkáit elvétve észleltem a levegőmintákban, viszont a görögországi *Pinus burtia*-ról származó mézharmatmézekben igen nagy mennyiségben találtam e gombaelemeket (pl.: 20689 sz. minta: 3660 db/10gr). A levegőben szálló példányokhoz képest a mézharmatmézben levő hifadarabkák lánca hosszabb, 5-10 válaszfalas, gyakran köteges ill. elágazó volt. A *Cheiromycella microscopica* légkörben ritka konídiumait az *Abies/Picea* vegyes mézharmatméz tartalmazta nagyobb mennyiségben. A *Trimmatostroma salicis* előfordulását a levegőben csak szórványosan tapasztaltam, viszont egy isztriai mézharmatmézben igen magas koncentrációt ért el ez a gombaelem. A trópusi mézmintákra jellemzők a *Cerebella*- és *Curvularia*-fajok (Afrika, Kuba), a *Dictyosporium* (Afrika, *Acacia*-méz) a *Diplodia frumenti*. (Dél-Afrika és Tanzánia) valamint a *Zygosporium geminatum* (Kuba). A *Dictyopolyschema pirozynskii* görögországi (Abies) mézharmatmézekben, a *Passalora*-fajok Toszkánában és Liguriában, Olaszország észak-nyugati partvidékén gyűjtött mintákban voltak fellelhetők.

Az üszöggomba spórák elsősorban a légköri ülepedés révén lehettek gyakoriak a mézmintákban, de amellett valószínűleg a beporzás során is terjedhetnek. Ezt a feltételezést erősíti meg, hogy a spórákat sok esetben *Taraxacum* és Cistaceae virágporok trifinjébe ragadva találtam meg (020702 *Abies*, Görögország, 29a-f ábra, 3. sz. melléklet). Mézharmatmézekben (020702 *Abies* Görögország és Keszthely) néhol nagyobb mennyiségben fordult elő a *Tranzscheliella hypodytes* és a *T. williamsii* spórája. A *Microbotryum violaceum* levegőben és mézharmatmézben (750 db/10 g. 021887; 11 db/10 g. Ózd) is felbukkant. A mézben levő spórákat több esetben egy növényi eredetű, felrepedt burok (talán pollentok) zárta magába, egy ilyen szövetdarabban 118 darab spórát számláltam meg (29h, 3. sz. melléklet).

Az *Abies*-mézharmat mézekben (pl.: 021887) a narancssárga citoplazmájú *Melampsoridium*-fajok fordultak elő tömegesen. Több közlemény is említést tesz arról, hogy

a *Populus*- és *Salix*-fajok levelein élő rozsdagombák spóráit a méhek gyűjtik (BESSEY 1901, SHAW és ROBERTSON 1980).

Több esetben láttam a levéltetvek ürülékén élő *Atichia*-fajok példányait mézharmatméz mintákban, többnyire itt is virágporszemre rögzülve. E gombaelemeken gyakran 2-4 függelék (ág) található. E konídiumok vagy színtelenek, vagy barnásak, ez utóbbi esetben csupán az ágban végződő külső sejt(sor) hialin. Felszínük sima vagy fogazott, amennyiben az ág sejtjeit kinövések díszítik. A konídiumoknak néha csak egy, vagy egyetlen ága sem fejlődödik ki, ennek a morfológiai változatnak a megjelenése MEEKER szerint a szárazabb környezeti viszonyokra utal (MEEKER 1975a: 27, 28, 29. ábra, 1975b). Az ágak nélküli *Atichia*-konídiumok a brufai levegőben sem voltak ritkák, és főleg pollenszemeken szállítódnak. Az ágas formát levegőben nem találtam meg (30a-m ábra, 3. sz. melléklet).

A levegőmintában több (összesen 35) alkalommal voltak megfigyelhetők egy gubacsszúnyogfaj (*Dasyneura* sp.) láb- és szárnytöredékei, a felszínüket borító szőrök között fennakadt részecskék között számos gombaelemet lehetett azonosítani. Ezek gyakorisági sorrendben a következők voltak: *Cladosporium:* 56,6 %, *Mucor:* 15,25 %, *Aspergillus/Penicillium*: 6,61 %, bazidiospórák: 5,21 %, kisebb mennyiségben az üszöggombák, pl. *Tranzscheliella hypodytes* (29g ábra, 3. sz. melléklet). A *Doratomyces nanus* (Budakeszi-erdő, MAGYAR 1998) konídiumait egy azonosítatlan rovar kültakaró darabkáira tapadva találtam a levegőben.

A *Metschnikowia reukaufii* jellegzetes (un. „aeroplan”) sejthalmazairól felismerhető nektárlakó (GRÜSZ 1927) élesztőgomba. A virágmézek 68 %-ában, a mézharmatmézek 39 %-ában megtaláltam, azonban az összes gombaelem 70 %-át virágmézek tartalmazták. Bár a *M. reukaufii* a legkülönbözőbb növényfajok mézeiben előfordult, az afrikai kontinensről származó mintákban nagyon ritka volt, a dél-afrikai mézekből pedig hiányzott, továbbá nem fordult elő egyetlen általam megvizsgált levegőmintában sem. A *M. reukaufii* nektárlakó élesztő, mely a gyomnövények (elsősorban *Asclepias syriaca*) pollencsírázását gátolja, ezért az *Asclepias syriaca* elleni biológiai védekezésben is szerepet tölthet be (EISIKOWITCH et al. 1990).

Pestalotiopsis-konídiumok a *Chamaecyparis* lombján áthulló esővízben is nagy mennyiségben fordultak elő. A három válaszfalas *Pestalotiopsis*-fajok előfordulása mézharmatméz (pl. *Pestalotiopsis stevensonii* a 021887. sz. mintában); és virágméz mintákra (új-zélandi Pohutukawa) is jellemző volt. Négy válaszfalas *Pestalotiopsis*-fajokat találtam nagyobb mennyiségben a brufai levegőből csapdázott rovarürülék (?) gömbökben. E konídiumokat hasonló gömbökben találtam meg afrikai *Acacia*-mézben is. A *Sordaria*, *Sporormiella* és *Podospora*-fajok rendkívül ritkák az általam megvizsgált valamennyi levegő,

méz ill. törzsi lefolyó vízmintákban; ez pedig valószínűleg e gombák koprofil terjedésével lehet kapcsolatban.

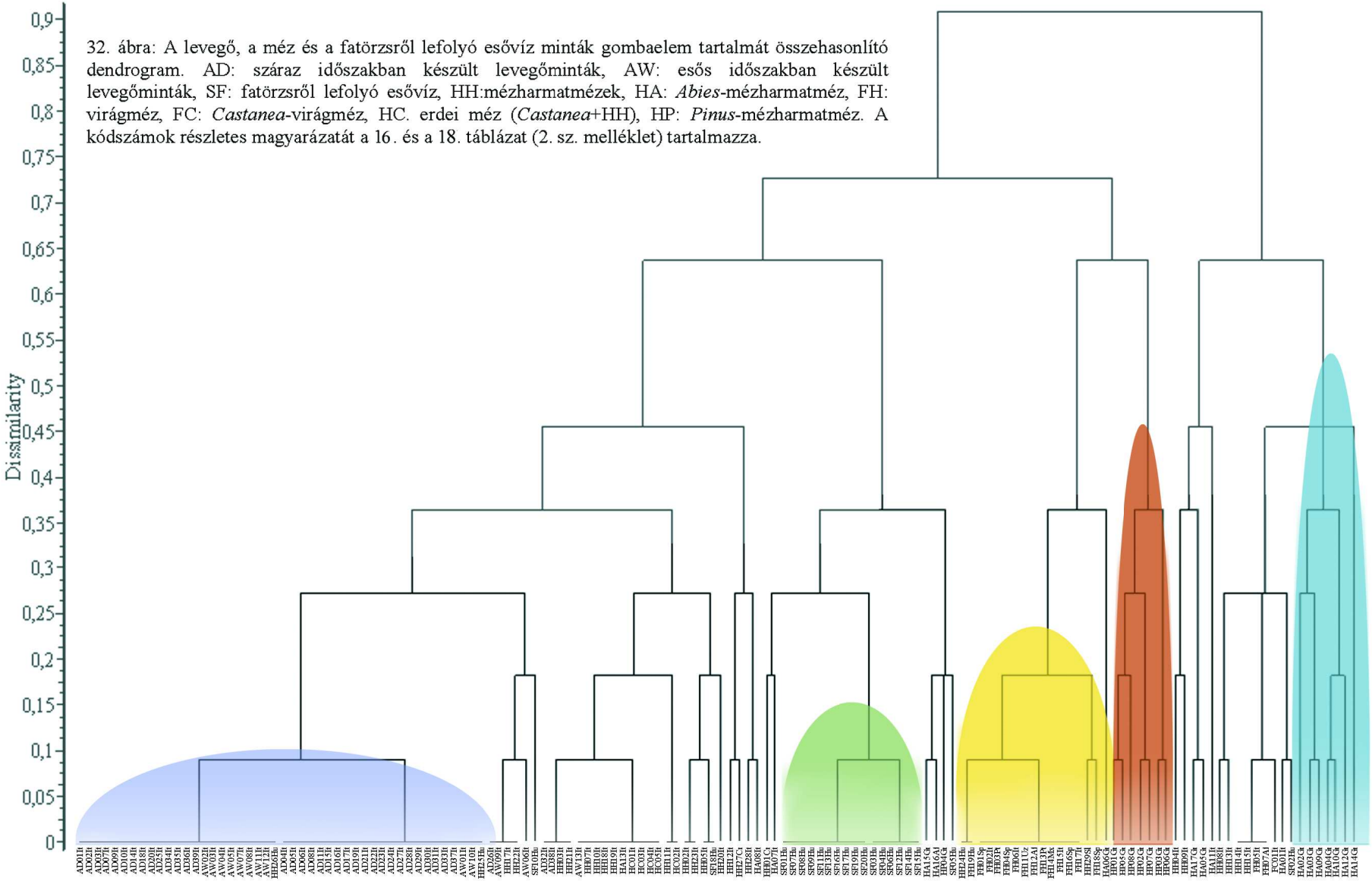
A *Fusarium*-fajok makrokonídiumai a törzsi lefolyó vízmintákban fordultak elő magas koncentrációban (pl. *Robinia pseudo-acacia*). Az *Acer, Crategus, Fraxinus, Cercis, Ulmus* törzsén lefolyó víz legjellemzőbb gombaelemei között szerepelt a *Sporidemsiella brachysporioides* és a *Rebentischia unicaudata*, valamint a *Diplodia-*, az *Oncopodiella-*, és a *Sporidesmium*-nemzetségbe tartozó fajok, kiváltképpen a *S. leptosporum*. Az *Excipularia fusispora* konídiumai a levegőben ritkák, viszont a törzsről lefolyó vizekben és a mézharmatmézekben gyakran előfordulnak. Ez a faj GÖNCZÖL és RÉVAY (2004) dolgozata szerint a fatörzsekről lecsorgó esővízmintákban mindig megtalálható. Több kéreglakó faj konídiuma tisztán felismerhető volt az általam gyűjtött esővízben található kerekesférgek (Bdelloidea, Rotifera) tápcsatornájában is (31b,c ábra, 3.sz. melléklet).

A sztaurokonídiumos (*Ceratosporium cornutum, Dicranidion* sp., *Retiarius bovicornutus, Trinacrium gracile, T. robustum, T. subtile, Dwayaangam dichotoma, Lemonniera, Trifurcospora, Varicosporium elodeae*) és scolecoid (*Dactylaria ampulliformis*) hifomicéták jellemzően az *Abies*-mézharmatmézében fordultak elő; de számos fafajról felfogott vízben is azonosítottam hasonló fajokat. Ez a fajösszetétel GÖNCZÖL és RÉVAY (2004) adataival is megegyezik. A *Tripospermum* spp. konídiumok a mézharmat mézekben, a virágmézekben és a törzseken lefolyó csapadékban, fagy esetén pedig a fákon képződő jégcsapokban is gyakran fellelhetők voltak. E gomba fejletlen konídiumait és telepdarabjait is megtaláltam a mézharmat mintákban, ahol a *T. camelopardus* és a *T. myrti* fajszintű azonosítása is megtörtént. A 4 vagy 5 ágú *Tripospermum*-konídium számos esetben a hilummal szemközti két ágával virágporszemet fogott közre (30 n-u ábra, 3. sz. melléklet), amely jelenséget mézharmat méz (021885), brufai levegő, és törzsi lefolyó vízmintákban (*Taxus, Morus*) is megfigyeltem. A *Tripospermum*-fajok különböző fejlettségi állapotban lévő konídiumai és telepdarabkái (30v-y ábra, 3. sz. melléklet) azt tanúsítják, hogy e gombaelemek még a szubsztrátumon záródtak a mézharmatmézbe. Az *Abies*-mézharmatméz és a törzsi lefolyó vízmintákban előforduló sztaurokonídiumok (*Retiarius, Ceratosporium, Lemonniera*, stb.) és a „valódi” vízi hifomicétáktól származó spórák (*Anguillospora furtiva/longissima, Tetracladium* sp.) szárazföldi élőhelye és ökológiai szerepe mindmáig megválaszolatlan, izgalmas kérdés maradt. A fenti fajok közül a *Retiarius bovicornutus* életmódja tisztázott: e gomba a filloszférában él, és ragadós végű, elágazó konídiumaival képes a légkörben szálló virágporszemeket elfogni. A virágporszem belsejébe benövő hifa kitartó képletet (mikroszklerócium) képez, majd itt „várja ki” a gomba a kedvezőbb körülményeket, ill., hogy a szél messzebbre eljuttassa (OLIVIER 1978, vö. 29i ábra, 3.sz. melléklet).

A szabad spórák alapján azonosítottam egy budai kertben található *Cercis* fatörzséről lefolyó vízmintában a *Zetiasplozna thumenii* fajt, amelynek előfordulása hazánkban nem ismert. A *Zygophiala jamaicensis* jellegzetes konídiumtartója szórványosan fordult elő a brufai levegőben, de az olaszországi mézmintákban és az isztriai anyagban nagyobb mennyiségben találtam. E gomba a trópusi területeken (Afrikában és Dél-Amerikában) az alma és a banán kórokozójaként ismert. ELLIS (1971) közlése szerint Európában csak üvegházban nevelt növényeken találták meg. Az olaszországi mézharmatmézekben nagy mennyiségben fellelt konídiumtartók alapján feltételezem, hogy a gomba szabad térben is előfordulhat az európai kontinensen. A vízmintákban felfedezett, kerekesférgeket (Bdelloidea, Rotifera) csapdázó spórája alapján sikerült azonosítanom a *Cephaliophora muscicola* fajt, melyet ezidáig csak a Távol-Keletről ismerhettünk (31a ábra, 3.sz. melléklet). Az egyik vízmintából ismert spóratípust a mintavételi területen gyűjtött kéregdarabokon talált telepek alapján *Sporidesmiella brachysporioides*-ként azonosítottam, amely gomba új előfordulási adat hazánk területéről. A további taxonokat mintatípus szerinti csoportosításban a 16, 17, 18, 19. táblázatban sorolom fel (2. sz. melléklet, ábráik a 3. sz. mellékletben), ahol megtalálhatók a szöveges fejezetekben nem részletezett, ritkább gombaelemek is.

4.8.1. A levegőben ritka gombafajok kapcsolata a légkörrel

A fenti fejezetben tárgyalt levegő, méz és törzsön lefolyó vizek gombaspóra összetételének hasonlóságai, valamint kapcsolatrendszerük leolvasható a teljes lánc módszer eredményeit megjelenítő dendrogrammról (32. ábra).



32. ábra: A levegő, a méz és a fatörzsről lefolyó esővíz minták gombaelem tartalmát összehasonlító dendrogram. AD: száraz időszakban készült levegőminták, AW: esős időszakban készült levegőminták, SF: fatörzsről lefolyó esővíz, HH:mézharmatmézek, HA: *Abies*-mézharmatméz, FH: virágméz, FC: *Castanea*-virágméz, HC. erdei méz (*Castanea*+HH), HP: *Pinus*-mézharmatméz. A kódszámok részletes magyarázatát a 16. és a 18. táblázat (2. sz. melléklet) tartalmazza.

A dendrogram elemzésével jól elkülönülő csoportok jöttek létre. A levegőminták többnyire élesen elhatárolódnak a méz- és törzsön lefolyó vízmintáktól. A mézharmat és vízminták vegyes csoportjai a két közeg rokonságára engednek következtetni (pl.: HH05It, SF18Hu). Kisebb-nagyobb elkülönülés a mézmintákon belül is megfigyelhető: a mézharmat- és virág eredetű mézek élesen elkülönülő osztályokat alkotnak világszerte a spóraösszetétel alapján. A mézharmatméz minták közül jól körvonalazott csoportként válik ki a görögországi *Pinus burtia* erdőkből származó mézharmat. A szintén görögországi, *Abies*-eredetű mézharmatok már hasonlóságot mutatnak az olaszországi *Abies*-mézharmatmézekkel. E mediterrán mézharmatmézek a lecsorgó esővíz fajegyüttesével mutatnak szoros rokonságot, mindamellett földrajzi és gazdanövény szerinti jellegzetességeik is erősek. A mézharmatmézek és az esővizek hasonló fajösszetétele abból eredhet, hogy a fákon nagy mennyiségben képződő mézharmat az esővízhez hasonlóan lecsorog a fák törzsén, melynek során magába zárja és szállítja a gombaelemeket. E mézharmatot később a méhek látogatják, ezáltal gondoskodva a spórák további elterjedéséről. A magyar mézharmatmézeket jelző pontok (HH25HU, HH26HU) viszont a levegő és a virágméz mintákkal keverednek el. Mivel a hazai éghajlat nem kedvez a nagyobb mennyiségű mézharmat képződésének, a kisebb hozamú hazai mézharmatforrásaink nem folynak végig az ágakon, inkább csak természetes spóracsapdaként gyűjtik össze a légkörből kitapadó gombaelemeket. A nyárutón gyűjtögető méhek a virágok kiapadó nektárforrását kiegészítve gyakran látogatják a mézharmatméz forrásokat is, így összekeveredhetnek a spóraegyüttesek (HH24Hu, HH29Sl). Az olaszországi mézharmatmézek esetében ez főleg a kései virágzású *Castanea*-mézeknél fordulhat elő (mint az a HC01It, HC03It, HC04It, HC05It a HA13It, HH19It, HH18It, HH10It, HH07It csoportjában látható). Ezeket magas mézharmatméz tartalmuknál fogva „erdei méz” néven hozzák kereskedelmi forgalomba, színük a mézharmatmézekhez hasonlóan sötétbarna. Néhány esetben vegyes osztályok rajzolódtak ki; melyek közül a legváltozatosabb csoport (AD26It, AW09It, HH17It, HH22It, AW06It, SF10Hu) jól tükrözi a víz-, méz- és levegő spóragyüttesek kapcsolatát. Itt találhatók azok a levegőminták (AD26It, AW09It, AW06It, AD32It, AD38It, AW13It), melyekbe „idegen” hidro- és entomochor spórák kerültek. E spórák (*Excipularia, Tripospermum, Oncopodiella*) légköri koncentrációja a Spearman-féle rangkorreláció eredményei szerint gyakran a viharos esőzéssel ill. erős széllel mutatott összefüggést, vagyis az AW*s* és az AD*d* csoportokba sorolhatók, tehát erős behatásra, száraz vagy nedves bolygatással jutnak ki a levegőbe. A fenti fajok a csapadékos napok 25 %-ában, míg a száraz napok 8,1 %-ában fordultak elő a levegőmintákban, ez utóbbi esetben főként kiszáradva, sérülten, függelékek nélkül ill. vegyes fajösszetételű légköri spóraaggregátumok

formájában kerültek elő. Az esővízben terjedő, nyálkaburokkal, vagy függelékekkel rendelkező gombák gyakran rovarokra vagy növénytörmelékre tapadva is szállítódhatnak. A rovarokkal és a vízzel való terjedés rokonságára hívja fel a figyelmet NAG RAJ (1993) is. CARLILE és mtsai (2001) felvetik lehetőségét, hogy a rovar és esővíz által terjesztett spórák légkörbe jutásának esélye kicsi, a lékörbe szóródás pedig valószínűleg csak erős szél és bolygatás hatására mehet végbe. Feltételezésüket alátámasztják az eredményeim, nem véletlen tehát, hogy ezek a gombaelemek a fatörzseken lefolyó esővízben és a méhek által begyűjtött mézben is gyakran megtalálhatók, míg a levegőben csak elvétve fordulnak elő. A virágmézben vagy pollen felszínén előforduló gombák a beporzó rovarok közvetítésével is szállítódhatnak. A mézharmat méz üledékéből kimutatott gombák terjedésében a mézharmatot látogató rovaroknak (méhek, hangyák, lepkék) fontos szerepe lehet. Valószínűleg bizonyos spórákat a rovarok közvetlenül is begyűjthetnek, amellett, hogy a virágbeporzás ill. a nektárlátogatás során is nagyban hozzájárulnak a gombák terjedéséhez. A spórák mézbe jutásának különböző lehetőségeit a 33. ábrán foglaltam össze.

A gombafajok szállítódása túlnyomórészt légkörben zajlik, azonban szárazföldi körülmények között, kisebb mértékben bár, de más közegeknek (vektoroknak) is fontos szerep jut a fajok terjesztésében. Számos gombafaj elsődleges terjedési módja még nem tisztázott. A légkörben csak kis mennyiségben, szórványosan találhatók az olyan spórák, amelyek *elsősorban* állatok és/vagy víz segítségével (zoochor és hidrochor módon) jutnak célba. E gombafajok a terjedésükre szolgáló közegben tömegesen fordulnak elő (MALLOCH és BLACKWELL 1992, INGOLD 1971); véleményem szerint ezek spóraösszetételének tanulmányozására a fatörzsön lefolyó víz- és mézmintákat tartom alkalmasnak. A rovarok által hordozott gombafajokról igen kevés ismeret áll rendelkezésünkre, pedig ezek vizsgálatára kiválóan megfelel a mézelemzés. A spóraösszetételt célzó vizsgálatokban fontosnak tartom a mintákban fellelhető valamennyi jellegzetes spóra azonosítását, mely az utóbbi időkben háttérbe szorult a gyakori taxonok vizsgálatával szemben. Napjainkban a méz spóraösszetételének vizsgálata új kutatási terület, melyet jól tükröz az, hogy csupán egyetlen tudományos közlemény jelent meg e témában a Vigoi Egyetem munkatársainak tollából (PÉREZ-ATANES et al. 2001).

33. ábra: A mézek spóratartalmának lehetséges eredete. a: mézharmat termelő levéltetvek, b:virágnektár, c: mézharmat, d: a virágnektár és a mézharmat keveredése, e,f: a gazdanövény specifikus gombafajegyüttese, g: méhek kórokozó gombái, h: korompenészek, i: a mézharmat, mint természetes spóracsapda, vagy, j: mint lecsorgó folyadék gyűjti a gombaelemeket, k: staurosporae, l: levéltetvek kórokozó gombái, m: pollenel behurcolt spórák és sporofágia, n: légköri ülepedés, o: *Metschnikowia reukaufii*.

4.9. A gombaelemek szárazföldi terjedése során kialakuló mikobiótákat leíró összefoglaló elmélet

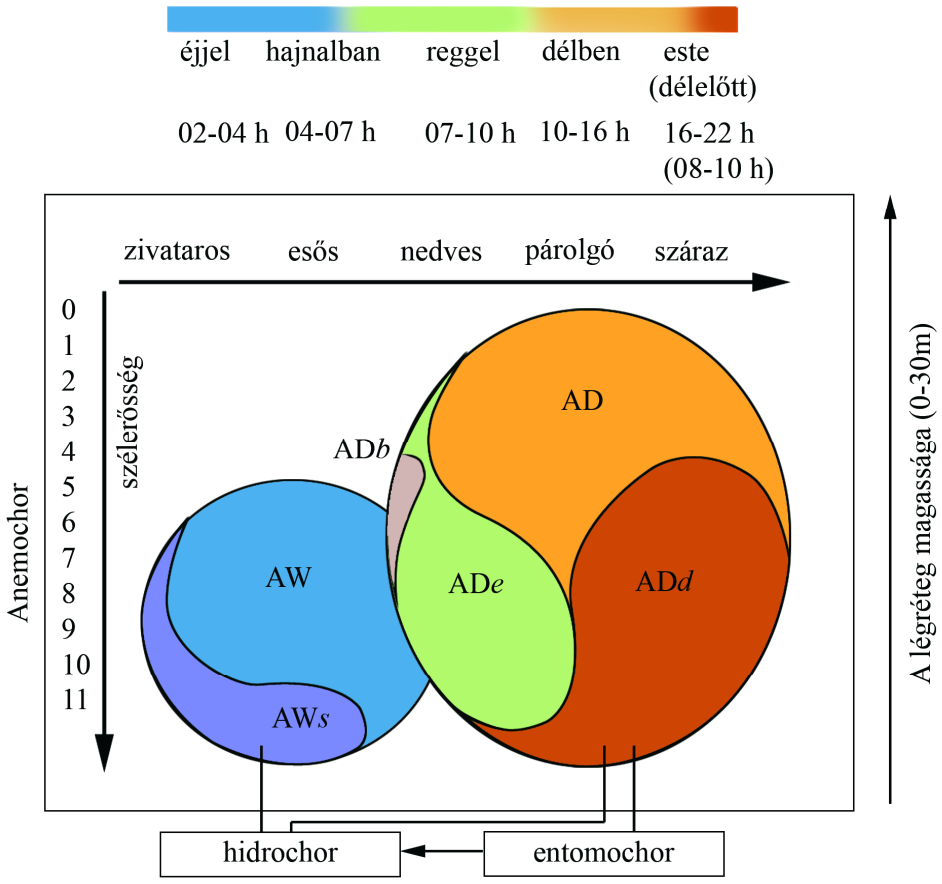
A korábbi fejezetekben a Spearman-féle rangkorrelációval, majd a CCOA módszerrel hat anemochor gombafajegyüttest (ezek közül négy újat) határoztam meg (AD, AD*e*, AD*d*, AD*b*, AW, AW*s*). Másik két, nem légkörben zajló, de szárazföldi spóraszállító közeg (méz- és törzsi lefolyó vízminták) gombaelemei alapján alkottam képet az entomochor és a hidrochor fajegyüttesekről, melyek légkörrel való kapcsolatát hierarchikus osztályozás segítségével igazoltam. E módszerekkel nyert eredmények egymásra vetítésével kaptam azt az összegző modellt (34. ábra), melyen a gombák szárazföldi terjedése során kialakuló fajegyüttesek szerepelnek. Az ábrán a fajegyütteseket kialakító meteorológiai változók alkotják a tengelyeket a CCOA elemzés eredményei alapján kialakult fontossági sorrendben: a vízszintes tengely a hőmérséklettel és a nedvességgel, a függőleges tengely a szélerősséggel azonosítható. A vízszintes tengelyen a fajok nedvességigény szerint rendeződnek (száraz, párolgó, nedves, esős, viharos esőzés) a legerősebb tengelyre (RH) vetítés módszerével kapott sorrendben. Ezt tükrözi a fajegyütteseket ábrázoló körök elhelyezkedése és térbeli mintázata. Az egyes fajegyütteseket jelölő színes körök mérete megközelítőleg arányos az előfordulásuk gyakoriságával is.

Az elméleti modellen feltüntettem a napszakok és a gombafajegyüttesek kapcsolatát, mely a vízszintes meteorológiai tengellyel párhuzamos. A 24 órás koncentrációdinamika csak akkor figyelhető meg, ha csapadék vagy erős széllökések nem zavarják meg. A légkörben található spórák gyakorisága ugyanis elsősorban a meteorológiai tényezők által vezérelt aktív és passzív kiszóródási típusoktól függ. Egy adott napszak spóraösszetételének kialakulását befolyásoló tényező pedig nem más, mint a napszakra jellemző időjárás, ezért tehát az egyes napszakok levegőmikológiai szempontból megfeleltethetők az adott időjárási helyzeteknek. Olykor ugyanazt a gombafajt más-más élőhelyen különböző napszakos légköri koncentrációdinamika jellemzi, ezért a jellegzetességekért nem elsősorban a gomba endogén folyamatai felelősek, hanem sokkal inkább a környezeti tényezők, melyek közül a legjelentősebb az időjárás (AL-DOORY 1984). A napszakos felosztáson alapuló fajegyütteseket tehát az időjárás szerinti osztályozásnak alárendelve kell tárgyalni.

Az ábra függőleges tengelyével párhuzamosan futó nyíl jelzi a szél sebességének hatását a légköri gombafajegyüttesre (megközelítőleg elhelyezve az 1-11-ig terjedő Beaufort-skálán, a 20. táblázat, 2 sz. melléklet szerint). Ennek alapján jól látható, hogy az AD*d* és az AW*s* kialakulásához már nagyobb erősségű szél vagy széllökés, ill. erős széllel kísért viharos

esőzés szükséges. Az AD*e* kialakulását kisebb mértékben ugyan, de szintén befolyásolja a szélerősség, pontosabban annak szárító hatása.

Az ábra jobb oldalán kapott helyet a fajegyüttesre jellemző légköri magasság, melyre főként az Andersen-féle mintavételek, és a hordozható Hirst-féle csapda adatai alapján következtettem. A talaj közeli légrétegben (0-10 cm) gyakrabban találhatunk olyan elemeket, amelyek az AD*d* fajegyüttesre jellemzők, ezek csak erősebb szél, nagyobb légköri átkeveredés során jutnak magasabbra (pl. az átmeneti vagy a konvektív rétegbe); legalul pedig azok a spórák helyezkednek el, melyek a levegőben ritkán találhatók, itt inkább az AW*s* elemei, a törzsről lefolyó víz ill. rovarok közvetítésével terjedő gombafajegyüttesek helyezkednek el. Dolgozatomat levegő, méz és esővíz minták jellegzetes mikroszkópos képét bemutató felvételekkel zárom (35. ábra, 3. sz. melléklet).



34. ábra: A gombaelemek szárazföldi terjedése során kialakuló mikobióták. További magyarázat a szövegben található.

4.10. A dolgozatban szereplő új tudományos eredmények felsorolása

1. Első ízben közlöm 65 spóratípus légköri előfordulását.
2. A tudomány számára új eredmény 91 légkörből származó spóratípus biometeorológiai jellemzése.
3. Első ízben történt kísérlet a légköri gombaelemekre vonatkozó biológiai sokféleség kifejezésére biodiverzitási indexek kiszámításával.
4. Az aszkospóraoktádok és más gombaelem tartalmú légköri részecske aggregátumok biometeorológiai elemzése levegőmikológiai módszerekkel.
5. A magasabb légrétegekben sodródó spóraszállító vízcseppek megfigyelése.
6. Az Andersen-féle mintavevő első hazai alkalmazása, *Fusarium*-fajok izolálására levegőből, különböző növényi kultúrákban.
7. Elsőként vizsgáltam a mézharmatmézek spóraösszetételét (különös tekintettel a sztaurokonídiumos fajok terjedésére).
8. A Piché- és a Wild-féle evaporiméter alkalmazása és összehasonlító kiértékelése a levegőmikológiai vizsgálatokban.
9. A szél -, víz- és rovarok által terjesztett gombaelemek együtteseinek összehasonlítása és a közöttük átjárást biztosító száraz és nedves bolygatás részleteinek tisztázása.
10. Négy új légköri gombafajegyüttes jellemzése, és a gombaspórák szárazföldi terjedése során kialakuló gombafajegyütteseket összesítő elméleti modell kialakítása.

4.11. Következtetések és javaslatok

A mérési adatok és az eredmények alapján a H_0 hipotézist elfogadom, miután bebizonyosodott, hogy a légkör gombafajegyüttesének száraz és nedves változatai további alcsoportokra bonthatók. A rovarok és az esővíz által szállított spóratípusok összetétele utat a vegetációra, e spóratípusok azonban ritkán jutottak a levegőbe.
1. Javaslom az egyes spóratípusokra vonatkozó biometeorológiai elemzések eredményeinek figyelembe vételét a jelenleg egyoldalúan agrometeorológiai alapokon nyugvó növényvédelmi előrejelzések pontosításához.
2. Eredményeimmel fel kívánom hívni a népegészségügyi szakemberek figyelmét a légköri gombaelemek és fajegyütteseik minőségi változásaiból eredő egészségügyi kockázatra.

3. Fontosnak tartom a mikológia különböző területein az ökológiai ismeretanyag bővítését aerobiológiai módszerekkel, főként a visszaszóródási folyamat, a magas légköri cseppsodródás és egyes gombafajok terjedési módjának tisztázása érdekében.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A légkör szilárd összetevőinek mintegy egynegyedét alkotó biológiai eredetű anyag jelentős része gombáktól származik. E gombaelemek tulajdonságait vizsgáló tudományág ─ a levegőmikológia ─ főbb alkalmazási területe a közegészségügy és a növényvédelem. Dolgozatom célja a gombafajegyüttesek vizsgálata levegőmikológiai módszerekkel, különös tekintettel a fajösszetételt befolyásoló időjárási tényezőkre.

A 12 m-es magasságban vett Hirst-féle levegőminták kiértékelésével 222 spóratípust különböztettem meg egy olaszországi szőlőültetvényben. Fajszinten 68 db, nemzetségszinten 94 db, nemzetségszint felett 35 db spóratípust határoztam meg. Néhány azonosított gombaelem morfológiai változatait (kiszáradását, darabolódását és összetapadását) is megvizsgáltam, összesen 25 spóratípus esetében. A spóratípusokat közel 7000 mikroszkópi felvételen dokumentáltam. A légkörben szálló gombafajok 57,0 %-át konídiumos gombafajok képezték, jelentősebb mennyiséget (25,7 %) ért el a tömlősgombák fajszáma is, a többi taxon (Basidiomycetes, Myxomycetes, Oomycetes, Urediniomycetes, Ustilaginomycetes, Zygomycetes) fajszáma 1-5 % között alakult.

A dolgozatban közlöm 167 spóratípus **Spearman-féle rangkorrelációs elemzésen** alapuló biometeorológiai jellemzését. Eredményeim között 65 gombaelem (nemzetség ill. faj) légköri előfordulása új adat, 91 spóratípus biometeorológiai jellemzése pedig szintén új eredmény a tudomány számára. A koncentráció és a meteorológiai változók közötti összefüggések elemzése alapján a spóratípusok 41,7 %-a szignifikánsan a száraz, meleg napokon fordult elő, 28,3 %-a pedig a csapadékos időszakban (ezek között szerepel a tömlősgombák 69,0 %-a és a konídiumos gombák 15,1 %-a). A spóratípusok 39,2 %-a csak a széllel adott korrelációt, e fajok feltételezhetően nem helyi kibocsátásból származtak. **A légkör biodiverzitásának** mérését célzó számítások a legmagasabb napi hőmérséklet pozitív hatására mutattak rá. Az Andersen-típusú levegőmintavevővel végzett első hazai mintavételek segítségével megállapítottam, hogy a száraz időszakok során is jelentős mértékű lehet a légkör fertőzőképes **fuzárium** tartalma, melynek aerodinamikai átmérője és koncentrációja a talaj közelében meghaladja a másfél méteres magasságban mérhető értéket.

A kanonikus korreszpondencia elemzésben a relatív páratartalom és a Tmax határozta meg az első (X) kanonikus tengelyt (0,716 és -0,702-es korrelációval), míg a második (Y) tengelyt

a szél alakította ki. A két tengely a teljes variancia 56,14 %-át magyarázta, a fennmaradó rész valószínűleg olyan hatásokat takart, melyek nem voltak közvetlen kapcsolatban a vizsgált időjárási tényezőkkel. Eredményeimet LI és KENDRICK (1994, 1995b) 24 spóratípussal végzett kanonikus korreszpondencia elemzésével összehasonlítva megállapítható, hogy a kanadai vizsgálatban az első tengelyt szintén az RH és a hőmérséklet határozta meg. Az általam kimutatott nyár eleji, olaszországi állapotok leginkább a kanadai vizsgálat augusztusi eredményeire hasonlítanak, ahol azonban jobban érvényesült a csapadék kedvező szerepe, valószínűleg az északi tájakat jellemző nagyobb aszkospóraarány miatt. A légkör spóraösszetételének változatait a CCOA elemzés és a Spearman-féle rangkorreláció eredményei alapján határoltam körül, melynek során a HIRST (1953) által korábban leírt két főtípuson belül az alábbi új alosztályokat különítettem el (spóraösszetétel 1.: párolgás, 2.: száraz bolygatás, 3.: nedves felmelegedés és 4.: cseppfelverődés esetén).

A **légkör, a rovarok és törzsön lefolyó vizek** közvetítésével terjedő gombaelemek **csoportjait a teljes lánc módszerrel hasonlítottam össze**, mely 83 méz- és 24 vízminta vizsgálatával készült. E mintákban 199, ill. 94 spóratípust azonosítottam. A mézharmatmézek és az esővizek fajösszetétele hasonló, mely abból eredhet, hogy a fákon nagy mennyiségben képződő mézharmat az esővízhez hasonlóan lecsorog a fák törzsén, ennek során magába zárja és szállítja a gombaelemeket. E mézharmatot később a méhek látogatják, ezáltal gondoskodva a spórák további elterjedéséről. Mivel a hazai éghajlat nem kedvez a nagyobb mennyiségű mézharmat képződésének, a kisebb hozamú hazai mézharmatforrásaink nem folynak végig az ágakon, inkább csak természetes spóracsapdaként gyűjtik össze a légkörből kitapadó gombaelemeket. E minták gombaelemtartalma hasonló a levegőminták fajösszetételéhez. A mézben és vízben egyaránt tömeges *Excipularia*-, *Tripospermum*, *Oncopodiella*-fajok erős behatásra, száraz vagy nedves bolygatással csak ritkán jutnak a levegőbe. Kisebb-nagyobb elkülönülés a mézmintákon belül is megfigyelhető: a mézharmat- és virágeredetű mézek élesen elkülönülő osztályokat alkotnak világszerte a spóraösszetétel alapján. A mézharmatméz minták közül jól körvonalazott csoportként válik ki a görögországi *Pinus burtia* erdőkből származó mézharmat. A szintén görögországi, *Abies*-eredetű mézharmatok már hasonlóságot mutatnak az olaszországi *Abies*-mézharmatmézekkel.

A fenti módszerekkel nyert eredmények egymásra vetítésével kaptam azt az **összegző modell**t, melyen a gombák szárazföldi terjedése során kialakuló fajegyüttesek szerepelnek. Az ábrán a spóraösszetételt kialakító meteorológiai változók alkotják a tengelyeket a CCOA elemzés eredményei alapján kialakult fontossági sorrendben. Az elméleti modellen feltűntettem a napszakos változásokat, valamint a méz és a fatörzsről lefolyó víz gombafajegyütteseinek kapcsolatát a légkörrel.

5. SUMMARY

One quarter of the floating microscopical particles in the air are bioaerosol, a large part of it is considered to be fungal origin. Aeromycology is usually understood to be the study of identification of behaviour, movements, and survival of airborne fungal spores. The achievements of aeromycology are applied to the epidemiological monitoring of human and plant diseases. The aim of this study is to determine the composition of the fungal spore population in the air, and reveal the meteorological background responsible for its qualitative and quantitative fluctuation.

A 7-day recording **spore trap** was located in the middle of a traditional vineyard of Central Italy. Air sampling was carried out in an instrumented tower, at 12 m above ground level. **222 spore types** were distincted, 68 spore types were indentified at species level, 94 spore types were identified at the level of genera. 35 spore types were characterized at higher taxonomical levels (e.g. family) or remained unknown. 65 spore types have never been observed in the air before this study. Morphological variants (broken, aggregated, desiccated forms) of 25 spore types were studied as well. Approximately 7000 microphotographs were taken. 57.0 % of the airborne species were mitosporic fungi. Ascospores occupied also a great proportion (25.7 %) of the total airspora. Percentage of the other taxa (Basidiomycetes, Myxomycetes, Oomycetes, Urediniomycetes, Ustilaginomycetes, Zygomycetes) were much lower (1-5 %). I described the biometeorological characteristics of 167 spore types, based on the results of the Spearman's rank correlation analysis. Biometeorological description of 91 spore types were published here first. 41.7 % of the spore types were found in dry, warm days, however some spore types (28.3 %) were recorded in wet weather. The latter group contained mostly Ascomycetes (69.0 %) and gloiospores of Deuteromycetes (15.1 %). Some spore types (39.2 %) showed positive correlation with the wind alone, these fungal particles were considered to be immigrant spores from external sources. **Biodiversity** of the air were expressed by three different indices for fungal spores. My results show, that biodiversity positively depended on the daily maximum temperature. **Airborne dispersal of the *Fusarium*** species were studied using a 3-stage Andersen-sampler. This is the first time to apply this method in Hungary. The concentration of pathogenic airborne *Fusarium* spores may reach a high levels even under dry conditions. The aerodinamical diameter and the number of *Fusarium* spores were considerably larger near the ground level, than at 1.5 m height.

The most important meteorological factors (on the basis of the arrows of the **canonical correspondence analysis**) were found to be relative humidity, temperature, and wind. The

first axis (X) is defined by RH and Tmax (species-environment correlations 0.716 and -0.702), the second axis by wind. A high proportion (56.14 %) of the variance in the species-environment relations was interpreted on the canonical axis X and Y. The unexplained remainder of the variance should be in connection with other environmental factors. Studies of LI and KENDRICK (1994, 1995b) revealed the species-environment relationships for 24 airborne spore types by canonical correspondence analysis. Canadian findings of airspore biometeorology in August were similar to my results in Italy in May and June. Their results show, that the most important meteorological factors were RH and temperature, which determined the canonical axes. Positive effects of rain were stronger in the North American study, possibly because of the higher relative abundance of the ascospores in the region. The dry and wet weather airspora separated clearly. Four new subdivision of airspora were determined: 1.: drying weather spores, 2.: dry shake-off (or windstorm) spores, 3.: warming wet weather spores, 4.: wet shake-off (or splash) spores.

Honey and stem-flow mycobiota: to study the fungal communities dispersed by rainwater and insects, I examined 24 stemflow samples (94 spore types identified) and 83 honey samples (198 spore type identified). The similarity and connection of these mycobiota with the airborne dispersal was illustrated with a dendrogram generated by the „farthest neighbour" method. Honey samples can be divided into groups on the basis of their spore content. Honeys with floral origin, and honeys with honeydew origin separated markedly. Honeydew honeys from firs formed two small distinct groups (*Pinus burtia* and *Abies*). *Abies* honeydew honeys from Greece and Italy were similar. These honeydew honeys contained many of the members of the stemflow mycobiota. The explanation of this observation could be, that mediterranean honeydew covers the plant surface and flows on the stems and trunks of the host trees. Bees collect the arboreal mycobiota immersed into the honeydew to produce honeydew honey. Because of the climate of the Carpathian Basin for mass production of honeydew is unfavourable, honeydew can not flow on the stems. In my opinion, this theory should explain the similarity between air samples and Hungarian honeydew honeys. The common and frequent spore types both in honeys and stemflow samples were *Excipularia*-, *Tripospermum*- and *Oncopodiella*-species which were found in the air rarely. On the basis of the statistical methods mentioned above, I composed a theoretical, comprehensive **model for the** terrestrial **systems of fungal spore** groups formed during **dissemination**. In the model ─ like in canonical correspondence analysis ─ axes correspond to the stronger meteorological factors. Circadian rhythm is also indicated. Connection between anemo- entomo- and hydrochor mycobiota are also indicated.

6. MELLÉKLETEK

1.sz. melléklet

IRODALOMJEGYZÉK

AGARWAL M. K., SINH K., SHIVPURI D. N. (1974): Studies on the atmospheric spores and pollen grains: Their role in the etiology of respiratory allergy. *Indian Journal of Chest Disease,* 16: 268-285. p.

AINSWORTH G. C. (1952): The incidence of air-borne *Cladosporium* spores in the London region. *Journal of General Microbiology*, 7: 358-361. p.

AIRAUDI D. and MARCHISIO V. F. (1996): Fungal biodiversity in the air of Turin. *Mycopathologia*, 136: 95-102. p.

AL-DOORY Y. (1984): Airborne fungi. 27-40. p. In: AL-DOORY. Y. and DOWSON J. F. (Eds.): *Mould Allergy*. Philadelphia: Lea & Febinger, 287. p.

ALLEN S. J., BROWN J. F., KOCHMAN J. K. (1983): The infection process, sporulation and survival of *Alternaria helianthi* on sunflower. *Annals of Applied Biology,* 102: 413-419. p.

ALITT U. (1984): Identity and occurrence of Venturiaceous spores in the air at Cambridge. *Transactions of the British mycological Society,* 83(3): 431-446. p.

ALLITT U. (1985): Airborne conidia of *Belemnospora*. *Transactions of the British mycological Society,* 85(3): 524-525. p.

ALLITT U. (1993): The visual identification of airborne fungal spores. *International Aerobiology Newsletter* 37: 12-15. p.

ALLITT U. (2000): Airborne fungal spores and the thunderstorm of 24 June 1994. *Aerobiologia,*16: 397-406. p.

ANDERSEN A. A. (1958): A new sampler for the collection, sizing and enumeration of viable airborne bacteria. *Journal of Bacteriology*, 87: 471-484. p.

ANGULO-ROMERO J., MEDIAVILLA-MOLINA A., DOMINGUEZ-VILCHES E. (1999): Conidia of *Alteraria* in the atmosphere of the city of Cordoba, Spain, in relation to meteorological parameters. *International Journal of Biometeorology,,* 43: 45-49. p.

ARSENIUK E., GORAL T., SCHAREN A. L. (1997): Seasonal patterns of spore dispersal of *Phaeosphaeria* spp. and *Stagonospora* spp. *Plant Disease,* 82: 187-194. p.

AYLOR D. E. (1990): The role of intermittent wind in the dispersal of fungal pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 28: 73-92. p.

AYLOR D. E., MCCARTNEY H. A., BRAINBRIDGE A. (1981): Deposition of particles liberated in gusts of wind. *Journal of Applied Meteorology*, 20: 1212-1221. p.

AYLOR D. E. and TAYLOR G. S. (1983): Escape of *Peronospora tabacina* spores from afield of diseased tobacco plants. *Phytopathology*, 73: 525-529. p.

BAINBRIDGE A. and LEGG B. J. (1976): Release of barley-mildew conidia from shaken leaves. *Transactions of the British Mycological Society*, 66: 495-498. p.

BALLERO M., GIOANNIS N., DE GORETTI G., LOMBARDINI S., FRENGUELLI G. (1992): Comparative study about airborne spores in Cagliari and Perugia. *Aerobiologia*, 8: 141-147. p.

BANDONI R. J. (1981): Aquatic hyphomycetes from terrestrial litter. 693-708. In: CARROLL G.C. and WICKLOW D.T. (Eds.): *The fungal community*. New York: Marcel Dekker Inc., 855.p.

BÁNHEGYI J. et al. (1985): Magyarország mikroszkópikus gombáinak határozókönyve. Budapest: Akadémiai Kiadó. 1316 p.

BARAL H. O. (1992): Vital versus herbarium taxonomy: morphological differences between livingand dead cells of Ascomycetes and their taxonomic implications. *Mycotaxon*, 44(2): 333-390. p.

DE BARY A. (1887): Comparative morphology and biology of the Fungi, Mycetozoa and Bacteria. Oxford: Clarendon Press. 525. p.

BASSETT I. J., CROMPTON C. W., PARMALEE J. A. (1978): Airborne pollen grains and common fungus spores of Canada. *Research Branch Canada Department Agriculture Monograph No*., 18. 321. p.

BATEMAN A. J. (1950): Is gene dispersal normal? *Heredity*, 4: 353-363. p.

BEARDEN B. E., MOLLER W. J., REIL W. O. (1976): Monitoring pear scab in Mendocino country. *California Agriculture*, 30: 16-19. p.

BEAUMONT F., KAUFFMAN H. F., VAN DER MARK T. H., SLUITER H. J., DE VRIES K. (1985): Volumetric aerobiological survey on condial fungi in the North-East Netherlands: I. Seasonal patterns and the influence of meteorological variables. *Allergy*, 40: 173-180. p.

BENEDEK P., SURJÁN J., FÉSŰS I. (1974): Növényvédelmi előrejelzés. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 314.p.

BENNINGHOFF W. S. (1991): Aerobology and its significance to biography and ecology. *Grana*, 30: 9-15. p.

BESSELAT B. and COUR P. (1990): La prévision de la production viticole á l'aide de la technique de dosage pollinique de l'atmosphére. *Bulletin l'OIV*, 715-716: 721-40. p.

BESSEY C.E. (1901): More about fungus spores as bee bread. *Plant World*, 4:96. p.

BERTRAND P. F. and ENGLISH H. (1976): Release and dispersal of conidia and ascospores of *Valsa leucostoma. Phytopathology,* 66: 987-991. p.

BLACKLEY C. H. (1873): Experimental researches on the causes and nature of *Catarrhus aestivus* (Hay fever or Hay asthma). London: Dawson's. 202p.

BOCK K. R. (1962): Dispersal of uredospores of *Hemileia vastatrix* under field conditions. *Transactions of the British mycological Society,* 45: 63-74. p.

BOCK C. H., JEGER M. J., FITT B. D. L., SHERRINGTON J. (1997): Effect of wind on the dispersal of oosporesof *Peronosclerospora sorghi* from sorghum. *Plant Pathology,* 46: 439-449. p.

BOWDEN J., GREGORY P.H., JOHNSON C.G. (1971): Possible wind transport of coffee leaf rust across the Atlantic Ocean. *Nature,* 229: 500-501. p.

BRENNAN R. M., FITT B. D. L., TAYLOR G. S., COLHOUN J. (1985): Dispersal of *Septoria nodorum* pycnidiospores by simulated raindrops in still air. *Phytopathologische Zeitschrift,* 112: 281-290. p.

BRODIE H. J. and GREGORY P. H. (1953): The action of wind in the dispersal of spores from cup-shaped plant structures. *Canadian Journal of Botany,* 31: 402-410. p.

BROOK P. J. (1969): Stimulation of ascospore release in *Venturia inequalis* by far red light. *Nature,* 222: 390-392. p.

BROWN J. K. M. and HOVMØLLER M. S. (2002): Aerial dispersal of pathogens on the global and continental scales and its impact on plant disease. *Science,* 297: 537-541. p.

BROWN H. M. and JACKSON F. A. (1978): Aerobiological studies based in Derby. II. Stimultaneous pollen and spore sampling at eight sites within a 60 km radius. *Clincal Allergy,* 8: 599-609. p.

BUGIANI R., GOVONI G., BOTTAZZI R., GIANNICO P.,MONTINI B., POZZA M. (1995): Monitoring airborne concentrations of sporangia of *Phytophtora infestans* in relation to tomato late blight in Emilia Romagna, Italy. *Aerobiologia,* 11: 41-6. p.

BULLER A. H. R. (1909): Researches on Fungi I. London: Longmans, Green and Co. 192. p.

BURCH M. and LEVETIN E. (2002): Effects of meteorological conditions on spore plumes. *International Journal of Biometeorology,* 46: 107-117. p.

BURGE H. A. (1986): Some comments on the aerobiology of fungus spores. *Grana,* 25: 143-146. p.

CADMAN A. (1991): Airspora of Johannesburg and Pretoria, South Africa, 1987/88. II. Meteorological relationships. *Grana,* 30: 181-183. p.

CALDERÓN C., LACEY J., MCCARTNEY A., ROSAS I. (1997): Influence of urban climate upon distribution of airborne *Deuteromycete* spore concentrations in Mexico City. *International Journal of Biometeorology*, 40(2): 71-80. p.

CALDERÓN C., WARD E., FREEMAN J., FOSTER S. J., MCCARTNEY H. A. (2002a): Detection of airborne inoculum of *Leptosphaeria maculans* and *Pyrenopeziza brassicae* in oilseed rape crops by polymerase chain reaction (PCR) assays. *Plant Pathology*, 51(3): 303-310. p.

CALDERÓN C., WARD E., FREEMAN J., FOSTER S. J., MCCARTNEY H. A. (2002b): Detection of airborne fungal spores sampled by rotating-arm and Hirst-type spore traps using polymerase chain reaction assays. *Journal of Aerosol Science*, 33: 283-296. p.

CARLILE M.J., WATKINSON S.C., GOODAY G.W. (2001): The Fungi. 2nd ed. London: Academic Press. 588. p.

CARNEGIE S. F. (1980): Aerial dispersal of the potato gangrene pathogen, *Phoma exigua* var *foveata*. *Annals of Applied Biology*, 94: 165-173. p.

CARROLL G. C. (1981): Microbial productivity on aerial plant surfaces. 16-46. p. In: BLAKEMAN J. P. (Ed.): *Microbial Ecology of the Phylloplane*, London: Academic Press, 502. p.

CARROLL G.C. and WICKLOW D.T. (Eds.) (1992): The fungal community. New York: Marcel Dekker Inc., 976. p.

CARTER M. V. (1965): Ascospore deposition in *Eutypa armeniaceae*. *Australian Journal of agricultural Research*, 16: 825-836. p.

CARTER M. V. and MOLLER W. J. (1961): Factors affecting the survival and disseminations of *Mycosphaerella pinodes* (Berk. & Blox.) Vestergr. in South Australian irrigated pea fields. *Australian Journal of agricultural Research*, 12: 879-888. p.

CARTER M. V., MOLLER W. J., PADY S. M. (1970): Factors affecting uredospore production and dispersal in *Tranzschelia discolor*. *Australian Journal of agricultural Research* 21: 905-914. p.

CHAMBERLAIN A. C. (1967): Deposition of particles to natural surfaces. 138-164. p. In: GREGORY P. H. and MONTEITH J. L. (Eds.): *Airborne microbes*. Proceeding of the 17th symposium of the Society for General Microbiology. London: Imperial College, 397. p.

CHAMBERLAIN A. C. and CHADWICK R. C. (1972): Deposition of spores and other particles on vegetation and soil. *Annals of Applied Biology*, 71: 141-158. p.

CHASTAGNER G. A., OGAWA J. M., MANJI B. T. (1978): Dispersal of conidia of *Botrytis cinerea* in tomato fields. *Phytopathology*, 68: 1172-1176. p.

CHEACH L. H. HARTILL W. F. T., CORBIN J. B. (1982): Ascospore release in *Pyrenopeziza brassicae*. *Transactions of the British mycological Society,* 79: 536-539. p.

CHILDS L. (1917): New facts regarding the period of ascospore discharge of the apple scab fungus. *Oregon Agricultural Experimental Station Bulletin,* 143. p.

COHEN Y. and ROTEM J. (1970): The relationship of sporulartion to photosynthesis in some obligatory and facultaive parasites. *Phytopathology,* 60: 1600-1604. p.

COLE J. S. (1966): Powdery mildew of tobacco (*Erysiphe cichoracearum* DC) IV. Conidial content of the air within infected crops. *Annals of Applied Biology,* 57: 445-450. p.

COLE J. S. (1971): Sporulation of powdery mildews, particularly *Erysiphe cichoracearum* DC. on tobacco. 323-337. p. In: PREECE T. F. and DICKINSON C. H. (Eds.): *Ecology of Leaf Surface Micro-organisms*. London: Acad Press. 640. p.

COMTOIS P. (1995): The experimental research of Charles H. Blackley. *Aerobiologia,* 11(1): 63-68. p.

COMTOIS P. (1997): Pierre Miquel: the first professional aerobiologist. *Aerobiologia,* 13(2): 75-82. p.

CORBAZ R. (1969): Etudes des spores fongiques captées dans l'air. I. Dans un Champ de blé. *Phytopathologische Zeitschrift,* 66: 69-79. p.

CORBAZ R. (1972): Etudes des spores fongiques captées dans l'air. I. Dans un vignoble. *Phytopathologische Zeitschrift,* 74: 318-328. p.

CORDEN J. M. and MILLINGTON W. M. (1994): *Didymella* ascospores in Derby. *Grana,* 33(2): 104-107. p.

CORDEN J. M. and MILLINGTON W. M. (2001): The long-term trends and seasonal variation of the aeroallergen *Alternaria* in Derby UK. *Aerobiologia,* 17: 127-136. p.

CORDEN J. M., MILLINGTON W. M., MULLINS W. (2003): Long-term trends and regional variation in the aeroallergen *Alternaria* in Cardiff and Derby UK-are differences in climate and cereal production having effect? *Aerobiologia,* 19:191-193.

CRAIGIE J. H. (1945): Epidemiology of stem rust in Western Kanada. *Scientia Agricultura,* 25: 285-401. p.

CROTZER V. and LEVETIN E. (1996): The aerobiological significance of smut spores in Tulsa, Oklahoma. *Aerobiologia,* 12: 177-184. p.

CUNNINGHAM D. D. (1873): Microscopic examinations of Air. Calcutta: Government Printer. 58. p.

DARWIN C. (1951): Egy természettudós utazásai. Budapest: Művelt nép könyvkiadó 471 p.

DAVIES R. R. (1957): A study of airborne *Cladosporium*. *Transactions of the British mycological Society,* 40: 409-414. p.

DAVIES R. R. (1959): Detachment of conidia by cloud droplets. *Nature,* 183: 1695. p.

DAVIES R. R. (1960): Viable moulds in house dust. *Transactions of the British mycological society,* 43: 617-630. p.

DAVIES R. R. (1971): Air sampling for fungi, pollens and bacteria. 364-404 p. In: BOOTH C. (Ed.): *Methods in microbiology,* vol 4. New York: Academic Press. 795. p.

DAVIES R. R. DENNY M. J., NEWTON L. M. (1963): A comparsion between the summer and air-spores at London and Liverpool. *Acta Allergologica,* 18: 131-147. p.

DAVIS J. M. and MAIN C. E. (1984): A regional-analysis of the meteorological aspects of the spread and development of blue mold on tobacco. *Boundary Layer Meteorology,* 28(3-4): 271-304 p.

DEADMAN M. L. and COOKE B. M. (1991): The effect of mist particles on the dispersal of *Drechslera teres* conidia in field plots of spring barley. *Annals of Applied Biology,* 115: 209-214.

DEMECZKY M. és TUBOLY L. (1962): Beszámoló a CORESTA peronoszpora-munkacsoportjának 1961. nov. 21-24-ig Párizsban megtartott 5. ülésszakáról. *Dohányipar,* 9(2):49-58. p.

DIAZ M. R., IGLESIAS I., JATO M. V. (1997): Airborne concentrations of *Botrytis, Uncinula* and *Plasmopara* spores in a vineyard in Leiro-Ourense (N. W. Spain). *Aerobiologia,*13: 31-35. p.

DIAZ M. R., IGLESIAS I., JATOM. V. (1998): Seasonal variation of airborne fungal spore concentrations in a vineyard of North-West Spain. *Aerobiologia,* 14: 221-227. p.

DIMMICK R. L. and AKERS A. B. (Eds.) (1969): An introduction to experimental aerobiology. New York: Wiley-Interscience, 494. p.

DINOOR A. (1981): Epidemics caused by fungal pathogens in wild und crop plants. 143-158. p. In: THRESH I. M. (Ed.): *Plant Pathogens and Vegetation,* Boston: Pitman, 517. p.

DIXON P. A. (1963): Spore liberation by water drops in some Myxomycetes. *Transactions of the British mycological Society,* 46. 615-619. p.

DOBBS C. G. (1942): On the primary dispersal and isolation of fungal spores. *New Phytologist,* 41: 63-69. p.

DRUETT H. A. (1973): The open air factor. 141-151. p. In: HERS P. J. F. and WINKLER C. K. (Eds.): *Airborne Transmission and Airborne Infection,* Utrecht: Oosthoek Publications 610. p.

DURHAM O. C. (1944): The volumetric incidence of athmospheric allergens. II. Simultaneous measurements by volumetric and gravity slide methods. Results with ragweed pollen and Alternaria spores. Journal of Allergy, 15: 226-235. p.

DUTZMANN S. (1985): Zur Analyse der Beziehung zwinschen Klimadaten und Sporenproduktion sowie Sporenverbreitung von *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 92: 629-642. p.

EDMONDS R. L. (1979): Aerobiology-The ecological systems approach. Stroudsburg: Dowden, Hutchinson & Ross Inc. 386. p.

EDUARD W. and AALEN O. (1988): Theinfluence of aggregation on the counting precision of mould spores in filter samples. *Annals of Occupational Hygiene*, 32: 471-479. p.

ELLIS M. B. (1971): Dematiaceous Hyphomycetes. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 608. p.

EL SHAFIE A. E. and WEBSTER J. (1980) Ascospore liberation in *Cochliobolus cymbopogonis*. *Transactions of the British mycological Society*,75: 141-146. p.

EISIKOWITCH D., LACHANCE M. A., KEVAN P. G., WILLIS S., COLLINS-THOMPSON D. L. (1990): Effect of the natural assemblage of microorganisms and selected strains of the yeast *Metschnikowia reukaufii* in controlling the germination of pollen of the common milkweed *Asclepias syriaca*. *Canadian Journal of Botany*, 68: 1163-1165. p.

ERDEI E., BOBVOS J., FARKAS I., MAGYAR D., PÁLDY A. (2001): Short-term effects of climate change and aeroallergen concentrations in Budapest, Hungary 1992-98-descriptive results using the database of the Hungarian Aerobiological Network. *Epidemiology*, 12 (4): 425. p.

FARKAS I., ERDEI E., FEHÉR Z., MAGYAR D., PÁLDY A., BÁNHÁZI A. (1999): The effect of a dust storm on April 4, 1998 in Hungary on the aerobiological and morbidity data. *Epidemyology*, 10 (4): 248. p. S:95

FAVERO M. S., PULEO J. R., MARSHALL J. H., OXBORROW G. A. (1966): Comparative levels and types of microbaial contamination detected in industrial clean rooms. *Applied Microbiology*, 14: 539-551. p.

FERNÁNDEZ D., VALENCIA M. V., MOLNÁR T., VEGA A., SAGUES E. (1998): Daily and seasonal variations of *Alternaria* and *Cladosporium* airborne spores in León (North-West, Spain). *Aerobiologia*, 14: 215-220. p.

FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ D., SUÁREZ-CEVERA M., DÍAZ-GONZÁLEZ T., VALENCIA-BARRERA R. M. (1993): Airborne pollen and spores of León (Spain). *International Journal of Biometeorology*, 37: 89-95. p.

FERNANDO W. G. D., MILLER J. D., SEAMAN W. L., SEIFERT K., PAULITZ T. C. (2000): Daily and seasonal dynamics of airborne spores of *Fusarium graminearum* and

other *Fusarium* species sampled over wheat plots. *Canadian Journal of Botany,* 78 (4): 497-505. p.

FESTENSTEIN G. N., LACEY J., SKINNER F. A., JERKINS P. A., PEPYS J. (1965): Self-heating of hay and grain in Dewar flasks and the development of farmer's lung hay antigens. *Journal of General Microbiology,* 41: 389-407. p.

FILIPELLO MARCHISIO V., AIRAUDI D., BARCHI C. (1997): One-year monitoring of the airborne fungal community in a suburb of Turin, and assessment of its functional relations with the environment. *Mycological Research,* 101: 821-828. p.

FISCHL G. (1983): A kukoricatáblák légterének mikroszkópikus gombái. *Növényvédelem,* 19(11): 481-485. p.

FITT B. D. L. and BAINBRIDGE A. (1983): Dispersal of *Pseudocercosporella herpotrichoides* spores from infected wheat straw. *Phytopathologische Zeitschrift,*106: 214-225. p.

FITT B. D. L., CREIGHTON N. F., BAINBRIDGE A. (1985): Role of wind and rain in dispersal of *Botrytis fabae* conidia. *Transactions of the British mycological Society,* 85(2): 307-312. p.

FRANKLAND A. W. and GREGORY P. H. (1973): Allergenic and agricultural implications of airborne ascospore concentrations from a fungus *Didymella exitialis*. *Nature,* 245. 336-337. p.

FRENGUELLI G. (1998): The contribution of aerobiology to agriculture. *Aerobiologia,* 14: 95-100. p.

GADOURY M. D., STENSVAND A., SEEM R. C. (1998): Influence of light, relative humidity, and maturity of populations on discharge of ascospores of *Venturia inequalis*. *Phytopathology,* 88: 902-909. p.

GEAGEA L. W., HUBER L., SACHE I. (1997): Removal of urediniospores of brown (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) and yellow (*Puccinia striiformis*) rusts of wheat from infected leaves submitted to a mechanical stress. *European Journal of Plant Pathology,* 103: 785-793. p.

GEAGEA L., HUBER L., SACHE I. (1999): Dry-dispersal and rain-splash of brown (*Pucciniarecondita* f. sp. *tritici*) and yelow (*P. striiformis*) rust spores from infected wheat leaves exposed to simulated raindrops. *Plant Pathology,* 48(4): 472-482. p.

GEAGEA L., HUBER L., SACHE I., FLURA D., MCCARTNEY H. A., FITT B. D. L. (2000): Influence of simulated rain on dispersal of rust spores from infected wheat seedlings. *Agricultural and Forest Meteorology,* 101 (1): 53-66. p.

GINER M. M., GARCIA J. S. C. (1995): Daily variations of *Alternaria* spores in the city of Murcia (semi-arid southeastern Spain). *International Journal of Biometeorology,* 38: 176-179. p.

GINER M. M., GARCIA J. S. C., CAMACHO C. N. (2001). Airborne *Alternaria* spores in SE Spain (1993-98)-Occurrence patterns, relationship with weather variables and prediction models. *Grana,* 40(3): 111-118. p.

GLYNNE M. D. (1953): Production of spores of *Cercosporella herpotrichoides*. *Transactions of the British Mycological Society,* 36: 46-51. p.

GONZÁLEZ-MINERO F. J., CANDAU P., CEPADA J. M. (1994): Presencia des esporas de *Alternaria* en el aire (SO de España) y su relación con parámetros meteorológicos. *Revista Iberoamericana de Micologia,* 11: 92-95. p.

GONZALO M. A., PAREDES M. M., MUŇOZ A. F., TORMO R., SILVA I. (1997): Dinámica de dispersión de basidiosporas en la atmósfera de Badajoz. *Revista Espaňola de Alergología e Immunología Clínica,* 12(5): 294-300. p.

GORETTI G., FRENGUELLI G., FERRANTI F., BRICCHI E., ROMANO B. (1989): Primi dati sulla presenza di spore fungine nell'atmosfera di Perugia. *Annali Facoltá di Agraria dellUniversitá degli Studi di Perugia,* 43:289-301. p.

GOTTWALD T. R., BERTRAND P. F. (1982): Patterns of diurnal and seasonal airborne spore concentrations of *Fusicladium effusum* and its impact on a pecan scab epidemic. *Phytopathology,* 72: 330-335. p.

GOVI G. (1992): Aerial diffusion of phytopathogenic fungi. *Aerobiologia,* 8: 84-93. p.

GÖNCZÖL J. (1976): Ecological observations on the aquatic Hyphomycetes of Hungary II. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae,* 22: 51-60. p.

GÖNCZÖL J. and RÉVAY Á. (2004): Fungal spores in rainwater: stemflow, throughfall and gutter conidial assemblages. *Fungal Diversity,* 16: 67-86. p.

GREGORY P. H. (1948): The multiple infection transformation. *Annals of Applied Biology,* 35: 412-417. p.

GREGORY P. H. (1961): The microbiology of the atmosphere. London: Intersience Publishers Inc. 252 p.

GREGORY P. H. (1971): The leaf as a spore trap. 239-243. p. In: PREECE T.F. and DICKINSON C.H. (Eds): *Ecology of Leaf Surface Micro-organisms*. London: Academic Press, 640. p.

GREGORY P. H., GUTHIRE E. J., BUNCE M. E. (1959): Experiments on splash dispersal of fungus spores. *Journal of General Microbiology,* 20: 328-354. p.

GREGORY P. H. and HENDEN D. R. (1976): Terminal velocity of basidiospores of giant puffball (*Lycoperdon giganteum*). *Transactions of the British mycological Society,* 67: 399-407. p.

GREGORY P. H. and HIRST (1957): The summer air-spora at Rothamsted in 1952. *Journal of General Microbiology,* 17: 135. p.

GREGORY P. H. LACEY M. E. FESTENSTEIN G. N. & SKINNER F. A. (1963): Microbial and biochemical changes during the moulding of hay. *Journal of General Microbiology,* 33: 147-174. p.

GREGORY P. H. and MONTEITH J. L. (Eds.) (1967): Airborne microbes. Proceeding of the 17th symposium of the Society for General Microbiology. London: Cambridge University Press, 397. p.

GREGORY P. H. and SREERAMULU T. (1958): Air spora of an estuary. *Transactions of the British mycological Society,* 41(2): 145-156. p.

GREGORY P. H. and STEDMAN O. J. (1958): Spore dispersal in *Ophiobolus graminis* and other fungi of cereal foot rots. *Transactions of the British mycological Society,* 41(4): 449-456. p.

GRIFFITHS E. and AO H. C. (1976): Dispersal of *Septoria nodorum* spores and spread of glume blotch of wheat in the field. *Transactions of the British mycological Society,* 67: 413-418. p.

GRÜSZ J. (1927): Genetische und gärungsphysiologische Untersuchungen an Nektarhefen. *Jahrbuch für Wissenschaftlichen Botanik,* 66: 109-82. p.

GUPTA K. D. SOGANI J. L. and KASLIWAL R. M. (1960): Survey of the allergenic aerial molds spores at Jaipur. *Indian Journal of Chest Diseases,* 2: 237-241. p.

HAMER N. D., HOWARD R. J., CHUMLEY F. G., VALENT B. (1988): A mechanism for surface attachment in spores of plant pathogenic fungus. *Science,* 239: 288-290. p.

HAMILTON E. D. (1959): Studies on the air spora. *Acta Allergologica,* 13: 143-175. p.

HAMMETT K. R. W. and MANNERS G. J. (1971): Conidium liberation in *Erysiphe raminis.* I. Visual and statistical analysis of spore trap records. *Transactions of the British mycological Society,* 56 (3): 387-401. p.

HARIRI A. R. GHAHARY M. S., NADERINASAB M., KIMBERLIN C. (1978): Air-borne fungal spores in Ahwaz, Iran. *Annals of Allergy,* 40: 349-352. p.

HARRIES M. G., LACEY J., TEE R. D., CAYLEY G. R., NEWMAN TAYLOR A. J. (1985): *Didymella exitialis* and late summer asthma. *Lancet,* 1063-1066. p.

HARRISON J. G. and LOWE R. (1987): Wind dispersal of conidia of *Botrytis* spp. pathogenetic to *Vicia faba*. *Plant Pathology,* 36: 5-15. p.

HARVEY R. (1967): Air-spora studies at Cardiff I. *Cladosporium*. *Transactions of the British mycological Society,* 50 (3): 479-495. p.

HARVEY R. (1970): Air-spora studies at Cardiff III. Hyphal fragments. *Transactions of the British mycological Society,* 54 (2): 251-254. p.

HASNAIN S. M. (1993): Influence of meteorological factors on the air spora. *Grana,* 32: 184-188. p.

HAUGLAND R. A., VESPER S. J., WYMER L. J. (1999): Quantitative measurement of *Stachybotrys chartarum* conidia using real time detection of PCR products with the TaqMan™ fluorogenic probe system. *Molecular and Cellular Probes,* 13: 329-340. p.

HAWKE P. R. and MEADOWS M. E. (1989): Winter airspora and meteorological conditions in Cape Town, South Africa. *Grana,* 28: 187-192. p.

HENNINGSSON B. (1980): Thermotolerant mould on timber during kiln drying. *Document* IRG/WP, 1109: 1-10. p.

HERRERO B., FOMBELLA-BLANCO M. A., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ D., VALENCIA-BARRERA R. M. (1996): The role of meteorological factors in determining the annual variation of *Alternaria* and *Cladosporium* spores in the atmosphere of Palencia, 1990-1992. *International Journal of Biometeorology,* 39: 139-142. p.

HERRERO B., ZALDIVAR P. (1997): Effects of meteorological factors on the levels of *Alternaria* and *Cladosporium* spores in the atmosphere of Palencia, 1990-92. *Grana,* 36: 180-184. p.

HILDEBRAND P. D. and SUTTON J. C. (1982): Weather variables in relation to an epidemic of onion downy mildew. *Phytopathology,* 72(2): 219-224. p.

HIRST J. M. (1952): An automatic volumetric spore trap. *Annals of Applied Biology,* 39: 257-265. p.

HIRST J. M. (1953): Changes in atmospheric spore content: diurnal periodicity and the effects of weather. *Transactions of the British mycological Society,* 36: 375-393. p.

HIRST J. M. (1961): The aerobiology of *Puccinia graminis* uredospores. *Transactions of the British mycological Society,* 44: 138-139. p.

HIRST J. M. (1990): Philip Herries Gregory: 24 July 1907-9 February 1986. *Biographical Memoris of Fellows of the Royal Society,* 153-177. p.

HIRST J. M. (1991): Aerobiology in plant pathology. *Grana,* 30: 25-29. p.

HIRST J. M. and STEDMAN O. J. (1961): The epidemiology of apple scab (*Venturia inaequalis* (Cke.) Wint.). I. Frequency of airborne spores in orchards. *Annals of Applied Biology,* 49: 290-305. p.

HIRST J. M. and STEDMAN O. J. (1962): The epidemiology of apple scab (*Venturia inaequalis* (Cke.) Wint.). III. The supply of ascospores. *Annals of Applied Biology,* 50: 551-567. p.

HIRST J. M. and STEDMAN O. J. (1963): Dry liberation of fungus spores by raindrops. *Journal of General Microbiology,* 33: 335-344. p.

HIRST J. M. and STEDMAN O. J. (1971): Patterns of spore dispersal in crops. 229-137. p. In: PREECE T. F. and DICKINSON C. H. (Eds): *Ecology of leaf surface micro-organisms*. London, Academic Press 640 p.

HISLOP E. C. (1969): Splash dispersal of fungus spores and fungicides in the laboratory and greenhause. *Annals of Applied Biology,* 63: 71-80. p.

HJELMROOS M. (1993): Relationship between airborne fungal spore presence and weather variables. *Grana,* 32: 40-47. p.

HO T. M., TAN B. H., ISMAIL S., BUJANG M. K. (1995): Seasonal prevalence of air-borne pollen and spores in Kuala Lumpur, Malaysia. *Asian Pacific Journal of Allergy and Clinical Immunology,* 13: 17-22. p.

HOLB I. J., HEIJNE B., WITHAGEN J. C. M., JEGER M. J. (2004): Dispersal of Venturia inequalis ascospores and disease gradients from a definedinoculum source. *Journal of Phytopathology*, 152:639-646.

HORNER W. E., O'NEIL C., LEHRER S. B. (1992): Basidiospore aeroallergens. *Clinical Reviews of Allergy,* 10: 191-211. p.

HUDSON H. J. (1969): Aspergilli in the air-spora at Cambridge. *Transactions of the British Mycological Society,* 52: 153-159. p.

HUMPHERSON-JONES F. M. and MAUDE R. B. (1982): Studies on the epidemiology of *Alternaria brassiciola* in *Brassica oleracea* seed production corps. *Annals of Applied Biology,* 100: 61-71. p.

HUNTER J. E. and KUNIMOTO R. K. (1974): Dispersal of *Phytophthora palmivora* sporangia by wind-blow rain. *Phytopathology,* 64: 202-206. p.

HYDE H. A. and ADAMS K. F. (1960): Airborne allergens at Cardiff, 1942-59. *Acta Allergologica*, 7: 159-169. p.

HYDE H. A. and WILLIAMS D. A. (1953): The incidence of *Cladosporium herbarum* in outdoor air at Cardiff, 1949-50. *Transactions of the British mycological Society,* 36: 260-266. p.

HYDE H. A. and WILLIAMS D. A. (1949): A census of mould spores in the atmosphere. *Nature*, 164: 668-669. p.

INGOLD C. T. (1956): A gas phase in viable fungal spores. *Nature*,177: 1242-1243. p.

INGOLD C. T. (1960): Dispersal by air and water- the take-off. 137-168. p. In: HORSFALL J.G. and DIMOND A.E. (Eds): *Plant pathology: an advanced treatise*, vol 3: The diseased population epidemics and control. Oxford: Academic Press, 227. p.

INGOLD C. T. (1971): Fungal spores, their liberation and dispersal. Oxford: Clarendon Press, 302. p.

INGOLD C. T. (2001): Singling of meiospores. *Mycologist*, 15(2): 86-87. p.

JAKUCS E. és VAJNA L. (Szerk.) (2003): Mikológia. Budapest: Agroinform kiadó, 477 p.

JANOVSZKAJA M. (1963): Pasteur. Budapest: Gondolat kiadó, 278.p.

JÁRAI-KOMLÓDI M. (1991): First results of a study on airborne sporomorphs in Budapest, Hungary. *Grana*, 30: 464-466. p.

JÁRAI-KOMLÓDI M. and TÓTH S. (1993-94): Studies on rare airborne fungal spores and conidia in Hungary. *Acta Botanica Hungarica* 38(1-4): 283-299. p.

JARVIS W. R. (1962a): Splash dispersal of spores of *Botrytis cinerea* Pers. *Nature*, 193: 599. p.

JARVIS W. R. (1962b): The dispersal of spores of *Botrytis cinerea* Fr. In a raspberry plantation. *Transactions of the British mycological Society*, 45: 549-559. p.

JEGER M. J. (1999): Improved understanding of dispersal in crop pest and disease JONES A. M. and HARRISON R. M. (2004) The effects of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentrations-a review. *Science of the Total Environment*, 326: 151-80. p. management: current status and future directions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 97: 331-349. p.

JONES A. M. and HARRISON R. M. (2004) The effects of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentrations-a review. *Science of the Total Environment*, 326: 151-180. p.

JUNIPER B. E. (1991): The leaf from the inside and the outside: A microbe's perspective. 21-42. p. In: ANDREWS J. H. and HIRANO S. H. (Eds.): *Microbial Ecology of Leaves*, London: Springer-Verlag,. 500. p.

KALLIO (1971): Aerial distribution of some wood-inhabiting fungi in Finland. *Acta Forestalia Fennica*, 115: 1-17. p.

KAMIRI L. K. and LAEMMLEN F. F. (1981): Epidemiology of *Cytospora* canker caused in Colorado blue spruce by *Valsa kunzei*. *Phytopathology*, 71: 941-947. p.

KATIAL R. K., ZHANG Y., JONES R H., DYER P. D. (1997): Atmopheric mold spore counts in relation to meteorological parameters. *International Journal of Biometeorology*, 41: 17-22. p.

KEITT G. V. and JONES I. K. [1926] Studies of the epidemiology and control of apple scab. [Madison:Wisconsin Agricultural Experimental Station] (Research Bulletin 73.) 194p.

KENDRICK B. (1990): Fungal allergens. 41-165. p. In: SMITH E. G. (Ed.): *Sampling and identifying allergenic pollens and moulds.* San Antonio: Blewstone Press, 165. p.

KENNEDY R., WAKEHAM J., CULLINGTON E. (1999): Production and immunodetection of ascospores of *Mycosphaerella brassicicola*: ringspot of vegetable crucifers. *Plant Pathology*, 48: 297-307. p.

KENNEDY R., WAKEHAM A. J., BYRNE K. G., MEYER U. M., DEWEY F. M. (2000): A new method to monitor airborne inoculum of the fungal plant pathogens *Mycosphaerella brassicicola* and *Botrytis cinerea*. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(2): 2996-3000. p.

KERLING I. C. P. (1949): Attack of peas by *Mycosphaerella pinodes* (Berk. et Blox.) Stone. *Tijdschr Plantenzickten*, 55: 41-68. p.

KHANDELWAL A. (2001): Survey of aerospora by Rotorod Sampler in Luckow, India: qualitative and quantitative assessment. *Aerobiologia*, 17: 77-83. p.

KOVÁCS M. (1985): A nagyvárosok környezete. Budapest: Gondolat, 108. p.

KRAMER C. L. and PADY S. M. (1960a): Kansas aeromycology IX: *Ascomycetes*. *Transactions Kansas Academy of Sciences*, 63 (2): 53-60. p.

KRAMER C. L. and PADY S. M. (1960b): Kansas Aeromycology XI: Fungi imperfecti. *Transactions Kansas Academy of Sciences*, 63(4): 228-237. p.

KRAMER C. L., PADY S. M., ROGERSON C. T. (1959a): Kansas aeromycology III: *Cladosporium*. *Transactions Kansas Academy of Sciences*, 62(3): 200-207. p.

KRAMER C. L., PADY S. M., ROGERSON C. T. (1959b): Kansas aeromycology IV: *Alternaria*. *Transactions Kansas Academy of Sciences*, 62 (4): 252-256. p.

KRAMER C. L., PADY S. M., ROGERSON C. T., OUYE G. (1959c): Kansas aeromycology II. Materials, methods and general results. *Transactions Kansas Academy of Sciences*, 62 (3): 184-199. p.

KRAMER C. L., PADY S. M. and ROGERSON C. T. (1960): Kansas aeromycology VIII: *Phycomycetes*. *Transactions Kansas Academy of Sciences*, 63 (1): 19-23. p.

KRAMER C. L., PADY S. M., ROGERSON C. T. (1968): Kansas aeromycology V: *Penicillium* and *Aspergillus*. *Mycologia*, 52(4): 545-551. p.

KRAMER C. L., PADY S. M., WILEY B. J. (1964): Kansas aeromycology XIV: Diurnal studies 1961-1962. *Transactions Kansas Academy of Sciences*, 67: 442-459. p.

KURKELA T. (1997): The number of *Cladosporium* conidia in the air in different weather conditions. *Grana*, 36: 54-61. p.

LACEY M. E. (1962): The summer air-spora of two contrasting adjacent rural sites. *Journal of General Microbiology*, 29: 484-501. p.

LACEY J. (1971a): The microbiology of moist barley storage in unsealed silos. *Annals of Applied Biology*, 69: 187-212. p.

LACEY J. (1971b): *Thermoactinomyces sacchari* sp. nov., a thermophilic actinomycete causing bagassosis. *Journal of General Microbiology*, 66: 327-338. p.

LACEY J. (1979): Aerial dispersal and the development of microbial communities. 140-170. p. In: LYNCH J.M. and POOLE N.J. (Eds.): *Microbial ecology*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 266. p.

LACEY J. (1981): The aerobiology of conidial fungi. 373-415. p. In: COLE G.T. and KENDRICK W.B. (Eds.): *The biology of conidial fungi*. Vol. 1. New York: Academic Press 660. p.

LACEY J. (1988): Aerial dispersal and the development of microbial communities. 207-237. p. In: LYNCH J.M. and HOBBIE J.E. (Eds.): *Micro-organisms in Action*: *Concepts and Applications in Microbial Ecology*. Oxford: Blackwell Scientific Publications 363. p.

LACEY J. (1991): Aggregation of spores and its effect on aerodynamic behaviour. *Grana*, 30: 347-445. p.

LACEY J. (1995): Airborne pollens and spores. A guide to trapping and counting. Harpenden: British Aerobiology Federation. 60p.

LACEY J. (1996): Spore dispersal- its role in ecology and disease: The British contribution to fungal aerobiology. *Mycologycal Research*, 100(6): 641-660. p.

LACEY J. and LACEY M. E. (1964): Spore concentrations in the air of farm buildings. *Transactions of the British mycological Society*, 47. 547-552. p.

LACEY J., LACEY M. E., FITT B. D. L. (1997): Philip Herries Gregory-1907-1986: Pioneer aerobiologist, versatile mycologist. *Annual Review of Phytopathology*, 35: 1-14. p.

LACEY J., PEPYS J., CROSS T. (1972): Actinomycete and fungus spores in air as respiratory allergens. 151-184. p. In: SHAPTON D.A. and BOARD R.G. (Eds.): *Safety in Microbiology*. London: Academic Press, 254. p.

LACEY M. E., RAWLINSON C. J., MCCARTNEY H. A. (1987): First record of the natural occurrence in England of the teleomorph of *Pyrenopeziza brassicae* on oilseed rape. *Transactions of the British mycological Society*, 89: 135-140. p.

LANCE G. N. and WILLIAMS W. T. (1967): A general theory of classificatory sorting strategies. I. Hierarchical systems. *Computer Journal*, 9: 373-380. p.

LANGENBERG W. J., SUTTON J. C., GILLESPIE T. J. (1977): Relation of weather variables and periodicities of airborne spores of *Alternaria dauci*. *Phytopathology*, 67: 879-883. p.

LARSON C., FRANCL L. J., FRIESEN T. (2001): Evaluation of the Burkard cyclonic spore sampler for collection efficiency of ascospores. *Plant Disease*, 85(12): 1249-1252. p.

LAST F. T. and DEIGHTON F. C. (1965): The non-parasitic microflora on the surfaces of living leaves. *Transactions of the British mycological Society*, 48: 83-99. p.

LATHAM A. J. (1982): Effects of some weather factors and *Fusicladium effusum* conidium dispersal on pecan scab occurance. *Phytopathology*, 72: 1339-1345. p.

LATORRE B. A., YÁÑEZ P., RAULD E. (1985): Factors affecting release of ascospores by the pear scab fungus (*Venturia pirina*). *Plant Disease*, 69: 213-216. p.

LEACH C. M. (1975): Influence of relative humidity and red-infrared radiation on violent spore release by *Drechslera turcica* and other fungi. *Phytopathology*, 65: 1303-1312. p.

LEACH C. M. (1976): Electrostatic theory to explain violent spore liberation by *Drechslera turcica* and other fungi. *Mycologia*, 68: 63-86. p.

LEHOCZKY J. (1972): A szürkepenész (*Botryotinia fuckeliana*) biológiája, kórfolyamata a szőlőn és a hatásos fürtvédelem alapkövetelményei. *Szőlő- és gyümölcstermesztés*, 7: 217-251. p.

LEVETIN E. (1990): Studies on airborne basidiospores. *Aerobiologia*, 6: 177-180. p.

LEVETIN E. (1991): Identification and concentration of airborne basidiospores. *Grana*, 30: 123-128. p.

LEVETIN E. (1998): Aerobiology and biometeorology of basidiospores and ascospores. The 5th International Congress on Aerobiology, Perugia, S19, 53. p.

LI D-W. and KENDRICK B. (1994): Functional relationships between airborne fungal spores and environmental factors in Kitchener-Waterloo, Ontario, as detected by Canonical correspondence analysis. *Grana*, 33: 166-176. p.

LI D-W. and KENDRICK B. (1995a): A year-round outdoor aeromycological study in Waterloo, Ontario, Canada. *Grana*, 34: 199-207. p.

LI D-W., KENDRICK B. (1995b): A year-round study of functional relationships of airborne fungi with meteorological factors. *International Journal of Biometeorology*, 39: 74-80. p.

LIM S. H., CHEW F. T., DALI S. D. B. M., TAN H. T. W., LEE B. W., TAN T. K. (1998): Outdoor airborne fungal spores in Singapore. *Grana*, 37 (4): 246-252. p.

LIN W-H., LI C-S. (2000): Associations of fungal aerosols, air pollutants, and meteorological factors. *Aerosol Science Technology* 32: 359-368. p.

LOPEZ M. and SALVAGGIO E. J. (1983): Climate-weather-air pollution. 1203-1214. p. In: MIDDLETON E., REED C. E., ELLIS E. F. (Eds.): *Allergy: principle and practice*. Toronto: CV Mosby St. Louis, 1440. p.

LUKEZIC L. F. and KAISER W. J. (1966): Aerobiology of *Fusarium roseum* 'Gibbosum' associated with crown rot of boxed bananas. *Phytopathology*, 56: 545-548. p.

LYON F. L., KRAMER C. L., EVERSMEYER M. G. (1984): Variation of airspora in the atmosphere due to weather conditions. *Grana*, 23: 177-181. p.

MADDEN L. V. (1997): Effects of rain on splash dispersal of fungal pathogens. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 19(2): 225-230. p.

MADELIN T. M. and JOHNSON H. E. (1992): Fungal and actinomycete spore aerosols measured at different humidities with an aerodynamic particle sizer. *Journal of Applied Bacteriology*, 72: 400-409. p.

MAGYAR D. (1998): Adatok a Budakeszi-erdő mikroszkópikus gombáinak ismeretéhez. Diplomadolgozat, Gödöllöi Agrártudományi Egyetem, 97.p.

MAGYAR D. (2002): The aerobiology of the ascospores. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, 49(2-3): 227-234. p.

MAGYAR D. és SZÉCSI Á. (2002): A levegőmikológia növénykórtani alkalmazása. *Növényvédelem*, 38 (8): 397-407. p.

MAGYAR D., SZÉCSI Á., BARASITS T. (2003): Andersen és Hirst típusú levegőmintavevők összehasonlítása növény- és közegészségügyi vizsgálatokban. *Környezeti Ártalmak és Légzőrendszer*, 13: 239-250. p.

MAGYAR D. and TÓTH S. (2003): Data to the knowledge of the microscopic fungi in the forests around Budakeszi (Budai Hills, Hungary). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 38(1-2): 61-72. p.

MALLOCH D. and BLACKWELL M. (1992): Dispersal of fungal diaspores. 147-171. p. In: CARROLL G.C. and WICKLOW D.T. (Eds.): *The fungal community*. New York: Marcel Dekker Inc., 976. p.

MANDRIOLI P. and CANEVA G. (1998): Aerobiologia e Beni Culturali. Firenze: Nardini Editore, 280. p.

MANDRIOLI P., COMTOIS P., LEVIZZANI V. (1998): Methods in Aerobiology. Bologna: Pitagora Editrice, 262. p.

MANSILLA J. P., PINTOS C., ABELLEIRA A. (1991): Problemática fitosanitaria del viňedo en Galicia. *Viticultura*, 6: 42-43. p.

MARCHEGAY P., THORIN N, SCHIAVON M. (1990): Effects des facteurs climatiques sur l'émission aérienne des spores d'*Alternaria brassicae* (Berk) Sacc et sur l'épidémiologie de l'alternariose dans une culture de colza. *Agronomie*, 10: 831-839. p.

MASON E. W. (1937): Annotated account of fungi received at the Imperial Mycological Institute. (List II, Fasc.3-General part) Kew Surrey: IMI, p.

MATHIESEN-KÄÄRIK A. (1955): Einige Untersuchungen über den Sporengehalt der Luft in einigen Bretterhöfen und in Stockholm. *Svensk Botanisk Tidskrskrift*, 49: 437-459. p.

MATTHAIS-MASER S., OBOLKIN V., KHODZER T., JAENICKE R. (2000): Seasonal variation of primary biological aerosol particles in the remote continental region of Lake Baikal/Siberia. *Atmospheric Environment*, 34: 3805-3811. p.

MAY K. R. (1945): The cascade impactor: an instrument for sampling coarse aerosols. *Journal of Scientific Instruments*, 22: 187-195. p.

MAUNSELL K. (1954): Concetrations of airborne spores in dwellings under normal conditions and under repair. *International Archives of Allergy*, 5: 373-376. p.

MCCARTNEY H. A. and BAINBRIDGE A. (1987): Deposition of *Erysiphe graminis* conidia on barley crop. I. Sedimentation and impaction. *Journal of Phytopathology*, 118: 243-257. p.

MCCARTNEY H. A., BAINBRIDGE A., AYLOR D. E. (1983): The importance of wind gusts in distributing fungal spores among crop foliage. *EPPO Bulletin*, 13: 133-137. p.

MCCARTNEY H. A. and LACEY M. E. (1990): The producion and release of ascospores of *Pyrenopeziza brassicae* Sutton et rawlinson on oilseed rape. *Plant Pathology*, 39: 17-32. p.

MCDONALD M. S. and O'DRISCOLL B. J. (1980): Aerobiological studies based in Galway. A comparison of pollen and spore counts over two seasons of wildely differing conditions. *Clinical Allergy*, 10: 211-215. p.

MCEWAN J. M. (1966): The source of stem rust infecting New Zealand wheat crops. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 9: 536-541. p.

MCHARDY W. E. and GADOURY D. M. (1986): Patterns of ascospore discharge by *Venturiainequalis*. *Phytopathology*, 76: 985-990. p.

MEEKER J. A. (1975a): Revision of Seuratiaceae I. Morphology of *Seuratia*. *Canadian Journal of Botany*, 53: 2462-2482. p.

MEEKER J. A. (1975b): Revision of Seuratiaceae II. Taxonomy and nomenclature of *Seuratia*. *Canadian Journal of Botany*, 53: 2483-2496. p.

MÉNDEZ J., IGLESIAS M. I., JATO M. V., AIRA M. J. (1997): Variación del contenido en esporas de *Alternaria, Cladosporium* y *Fusarium* en atmósfera de la ciudad de Orense (aňos 1993-1994). *Polen*, 8: 79-88. p.

MEREDITH D. S. (1961): Spore discharge in *Deightoniella torulosa* (Syd) Ellis. *Annals of Botany*, 25: 271-278. p.

MEREDITH D. S. (1962): Some components of the air-spora in Jamaican banana plantations. *Annals of Applied Biology*, 50: 577-592. p.

MEREDITH D. S. (1963): Violent spore dispersal in some fungi imperfecti. *Annals of Botany*, 27: 39-47. p.

MEREDITH D. S. (1965): Violent spore release in *Helminthosporium turcicum*. *Phytopathology*, 55: 1099-1102. p.

MEREDITH D. S. (1966): Spore dispersal in *Alternaria porri* (Ellis) Neerg. on onion in Nebraska. *Annals of Applied Biology*, 57: 67-73. p.

MEREDITH D. S., LAWRENCE J. S., FIRMAN I. D. (1973): Ascospore release and dispersal in black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis*). *Transactions of the British mycological Society*, 60: 547-554. p.

MILLER P. M. and WAGGONER P. E. (1958): Dissemination of *Venturia inequalis* ascospores. *Phytopathology*, 48: 416-419. p.

MIQUEL P. (1883): Les organismes vivantes de l'atmosphère. Paris: Gautier-Villars, 310. p.

MITAKAKIS T., ONG E. K., STEVENS A., GUEST D., KNOX R. B. (1997): Incidence of *Cladosporium*, *Alternaria* and total fungal spores in the atmosphere of Melbourne (Australia) over three years. *Aerobiologia*, 13: 83-93. p.

VAN MOOK F. (1999): Measurements and simulations of driving rain on the Main Building of the TUE. *Proceedings of the 5th Symposium of Building Physics in the Nordic Countries*, p. 377-384. p.

MOORE W. F. (1970): Origin and spread of southern corn leaf blight in 1970. *Plant Disease Reporter*, 54: 1104-1108. p.

MOULTON F. R. (Ed.) (1942): Aerobiology. Washington: American Association for the Advancement of Science. 289. p.

MUNUERA M., CARRIÓN J. S., NAVARRO C. (2001): Airborne *Alternaria* spores in SE Spain (1993-98). Occurrence if patterns, relationship with meteorological variables and prediction models. *Grana*, 40: 111-118. p.

MURTAGH G. J., DYER P. S., CRITTENDEN P. D. (2000): Sex and single lichen. *Nature*, 404: 564. p.

MUTHIAH R. and KAGEN S. (2002): Springtime ragweed allergy is real, study finds. *ACAAI Annual Meeting*, San Antonio, November 15-20.

NAGARAJAN S. and SINGH H. (1976): Preliminary studies on forecesting wheat stem rust appearance. *Agricultural Meteorology*, 17: 281-289. p.

NAG RAJ T. G. (1993): Coelomycetous anamorphs with appendage-bearing conidia. Michigan: Edwards Brothers; 1101. p.

NAYAK B. K., NANDA A., BEHERA N. (1998): Airborne fungal spores in an industrial area: seasonal and diurnal periodicity. A*erobiologia*, 14: 59-67. p.

NILSSON S. (1983): Atlas of Airborne Fungal Spores in Europe. Springer-Verlag, Berlin. 140. p.

NOBLE W. C. and CLAYTON Y. M. (1963): Fungi in the air of hospital wards. *Journal of General Microbiology*, 32: 397-402. p.

NUTMAN F. J., ROBERTS F. M. and BOCK K. R. (1960): Method of uredospore dispersal of the coffee leaf-rust fungus, *Hemileia vastatrix*. *Transactions of the British mycological Society*, 43: 509-515. p.

OGDEN E. C., HAYES J. V., RAYNOR G. S. (1969): Diurnal patterns of pollen emission in *Ambrosia, Phleum, Zea* and *Ricinus*. *American Journal of Botany*, 56: 16-21. p.

OLIVIER D. L. (1978): *Retiarius* gen. nov.: phyllosphere fungi which capture wind-borne pollen grains. *Transactions of the British mycological Society*, 71: 193-201. p.

ONORARI M., DOMENEGHETTI M. P. (2004) Mponitoraggio aerobiologico in Toscana. 41-48. p. In: ANGIOLUCCI S. (Ed.): Monitoraggio aerobiologico e pollinosi in Toscana.Firenze, ARPAT. p.103.

OOKA J. J. and Kommendahl T. (1977): Wind and rain dispersal of *Fusarium moniliforme* in corn fields. *Phytopathology*, 67: 1023-1026. p.

O'ROUKE M. K. (1990): Pollen reentrainment: contributors to the pollen rain in an arid environment. *Grana*, 29: 147-152. p.

OSVÁTH, P., ZALA J., HORVÁTH ZS., SZÁNTHÓ A., KIS K., OSVÁTH P., NOVÁK E. K., VINCZE I., KARCAGI V., FARKAS I., FEHÉR Z., NAGY T. E. (1996): *Alternaria* allergy in Hungary. Sensitivity of Asthmatic Children. EAACI Budapest, 2-5. Juni

PADY S. M. (1971): Spore release in some foliar saprophytic and parasitic fungi. 111-127. p. p. In: PREECE T. F. and DICKINSON C. H. (Eds.): *Ecology of Leaf Surface Micro-organisms*. London: Acad Press. 640. p.

PADY S. M. and KRAMER C. L. (1960a): Kansas Aeromycology. VI. Hyphal fragments. *Mycologia*, 52: 681-687. p.

PADY S. M. and KRAMER C. L. (1960b): Kansas Aeromycology VII: Smuts. *Phytopathology*, 50(5): 332-334. p.

PADY S. M. and KRAMER C. L. (1960c): Kansas Aeromycology X: *Basidiomycetes*. *Transactions Kansas Academy of Sciences,* 63(3): 125-134. p.

PADY S. M., KRAMER C. L., CLARY R. (1969): Periodicity in spore release in *Cladosporium*. *Mycologia*, 60(1): 87-98. p.

PALMAS F. and CONSENTINO S. (1990): Comparison between fungal airspore concentration at two different sites in the south of Sardinia. *Grana*, 29: 87-95. p.

PALMERLEY R. A. and BENEDICT W. G. (1977): Patterns of conidial release of *Helminthosporium turcicum* on sweet corn under controlled environmental conditions. *Canadian Journal of Botany*, 55: 1991-1995. p.

PANZER J. D., TULLIS E. C., VAN ARSDEL E. P. (1957): A simple 24-hour slide spore collector. P*hytopathology*, 47: 512-514. p.

PAREDES M. M., MARTÍNEZ J. F., SILVA I., TORMO R., MUÑOZ A. F. (1997): Influencia de los parámetros meteorológicos en la dispersión de esporas de las especies de *Alternaria* Nees ex Fr. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 23: 541-549. p.

PASANEN A. L., PASANEN P., JANTUNEN M. J., KALLIOKOSKI P. (1991): Significance of air humidity and air velocity for fungal spore release into the air. *Atmospheric Environment*, 25: 459-462. p.

PEAT J.K. , TOVEY E., MELLIS C.M., LEEDER S.R., WOOLCOCK J.A. (1993) The importance of dust mite and *Alternaria* allergens in childhood asthma: an epidemiological study in two climatic regions in Australia. *Clinical Experimental Allergy* 23:812-820.

PEARSON R. C. (1980): Discharge of ascospores of *Eutypa armeniacae* in New York. Plant Disease, 64: 171-174. p.

PEARSON R. C., SEEM R. C., MEYER F. W. (1980): Enviromental factors influencing the discharge of basidiospores of *Gymnosporangium juniperi-virginianae*. *Phytopathology*, 70: 262-266. p.

PELIZZARI F. (1996): Gravimetric survey of airborne fungal spores in Milan. *Aerobiologia*, 12: 205-207. p.

PÉREZ-ATANES S., DEL CARMEN SEIJO-COELLO M., MÉNDEZ-ALVAREZ J. (2001): Contribution to the study of fungal spores in honeys of Galicia (NW Spain). *Grana*, 40 (4-5): 217-222. p.

PÉROMBELON M. C. M. (1978): Contamination of potato crops by airborne *Erwinia carotovora*. *Proceedings of the 4th International Conference of Plant Pathogenic Bacteria*, 2:563-565. p.

PERSANO ODDO L., SABATINI A. G., ACCORTI M., COLOMBO R., MARCAZZAN G. L., PIANA M. L., PIAZZA M. G., PULCINI P. (2000): I mieli uniflorali italiani- Nuove Shede di Caracterizzare. Roma: Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Instituto Sperimentale per la Zoologia Agraria,108. p.

PETZOLDT C. H., SALL M. A. and MOLLER W. J. (1983): Factors determining the relative number of ascospores released by *Eutypa armeniacae* in California. *Plant Disease*, 67: 857-860. p.

PEYROT J. (1962): Rapport general sur l'epidemie de mildieu du tabac en 1962. Compte-rendu CORESTA 60^{e} Reunion, Budapest.

PICCO A. M. (1992): Presence in the athmosphere of vine and tomato pathogens. *Aerobiologia*, 8: 459-463.

PINKERTON J. N., JOHNSON K. B., STONE J. K., IVORS K. L. (1997): Factors affecting the release of ascospores of *Anisogramma anomala*. *Phytopathology*, 88: 122-128. p.

PINTÉR CS. ÉS KLATSMÁNYI J. (2001): Fitopatogén és allergén gombaspórák a légtérben. *Környezeti Ártalmak és a Légzőrendszer*, 10: 324-331. p.

PODANI J. (1997): Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelmeibe. Budapest: Scientia Kiadó, 412. p.

PODANI J. (2001): SYN-TAX 2000. Computer programs for data analysis in ecology and systematics. User's manual. Budapest: Scientia, 53.p.

PONTI I. and CAVANNI P. (1992): Aerobiology in plant protection. *Aerobiologia*, 8: 94-101. p.

PURDY L. H. (1985): Sugarcane rusts. 237-256. p. In: ROELFS A. P. and BUSHNELL W. R. (Eds.): *The Cereal Rusts*. New York: Academic Press. 606. p.

RAEUBER A. (1957): Unterschuchungen und Arbeitsweise eines einfachen Sporenfanggerätes. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 64: 332-340. p.

RAJASAB A. H. and RAMALINGAM A. (1989): Splash dispersal in *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wilson, the causal organism of anthracnose of sorghum. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences*, 99 (5): 445-451. p.

RÁKÓCZI F. (1998): Életterünk a légkör. Budapest: Mundus Magyar Egyetemi Kiadó. 304.p.

RANTIO-LEHTIMÄKI A. (1977): Research on airborne fungus spores in Finland. *Grana*, 16: 163-165. p.

RAZMOVSKI V., O'MEARA T. J., TAYLOR D. J. M., TOVEY E. R. (2000): A new method for simultaneous immunodetection and morphologic identification of individual sources of pollen allergens. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 105(4): 725-31. p.

RECIO M. (1999): Aerobiología: Breve Introducción Histórica. *Red Espaňola de Aerobiología*, 5: 9-11. p.

REPONEN T., LEHTONEN M., RAUNEMAA T., NEVALAINEN A. (1992): Effect of indoor sources on fungal spore concentrations and size distributions. *Journal of Aerosol Science*, 23: 663-666. p.

RICH S. and WAGGONER P. (1962): Atmospheric concentration of *Cladosporium* spores. *Science*, 137: 962-967. p.

RICHARDS M. (1954): Atmospheric mould spores in and out of doors. *Journal of Allergy*, 25: 429-439. p.

RICHARDSON M. J. (1996): The occurrence of airborne *Didymella* spores in Edinburgh. *Mycological Research*,100: 213-216. p.

ROGERS L. A. and MEIER F. C. (1936): The collection of micro-organisms above 36.000 feet. *National Geographic Society Stratosphere Series*, 2:146-145. p.

ROGERSON C. T. (1958): Kansas aeromycology. I. Comparison of media. *Transactions Kansas Academy of Sciences*, 61: 155. p.

ROLL-HANSEN F. and ROLL-HANSEN H. (1980): Urediniospore chains in *Melampsoridium betulinum*. *European Journal of Forest Pathology*, 10: 382-384. p.

ROSAS I., ESCAMILLA B., CALDERÓN C., MOSIÑO P. (1990): The daily variations of airborne fungal spores in Mexico City. *Aerobiologia*, 6: 153-158. p.

ROSSI V., PATTORI E., LANGUASCO L., GIOUSÈ S. (2000): Dispersal of *Fusarium* species causing head blight of winter wheat under field conditions. 45-46. p. In: NIERENBERG H. I. (Ed.): Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 377: 6th European Fusarium Seminar and Third COST 835 Workshop of Agriculturally Important Toxigenic Fungi. Berlin: Parey Buchverlag, 128. p.

ROTEM J. (1964): The effect of weather on dispersal of *Alternaria* spores in a semi-arid region of Israel. *Phytopathology*, 54: 628-632. p.

ROTEM J. (1994): The genus *Alternaria*. St Paul: APS Press, 326. p.

ROYES I. J. (1987): Some components of the air spora in Jamaica and their possible medical applications. *Grana*, 26: 151-157. p.

RUTHERFORD S., OWEN J. A. K., SIMPSON R. W. (1997): Survey of airspora in Brisbane, Queensland, Australia. *Grana*, 36: 114-121. p.

SABARIEGO S., DÍAZ C., DE LA GUARDIA, ALBA F. (2000): The effect of meteorological factors on the daily variation of airborne fungal spores in Granada (southern Spain) *International Journal of Biometeorology*, 44: 1-5. p.

SACCARDO P. A. (1884): Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum 3. Pavia, 860. p.

SACHE I. (2000): Short-distance dispersal of wheat rust spores by wind and rain. *Agronomie*, 20 (7): 757-767. p.

SALMA I., BALÁSHÁZY I., HOFMANN W., ZÁRAY G. (2002): Effect of physical exertion on the deposition of urban aerosols in the human respiratory system. *Journal of Aerosol Science*, 33(7): 983-997. p.

SALVAGGIO J. E. (1986): Human symptomatology and epidemiology of fungi in air. 1-33. p. In: Healt Welfare Canada Working Group Fungi Indoor (Ed.): *Significance of fungi in indoor air*: *Report of a Working Group, Part I. Report*. Ottawa: FIA 33 p.

SALVAGGIO J. E. and AUKRUST L. (1981): Postgraduate course presentations: Mould-induced asthma. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 68: 327-346. p.

SANDHU D. K., SHIVPURI D. N., SANDHU R. S. (1964): Studies on the airborne fungal spores in Delhi-Their role in respiratory allergy. *Annals of Allergy*, 22: 374-384. p.

SAVARY S. (1986): Relative humidity and wind velocity associated with diurnal rhythmicity of aerial dispersal of *Puccinia arachnidis* urediniospores. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 92: 115-125. p.

SAVARY S. and JANEAU J. l. (1986): Rain-induced dispersal in *Puccinia arachidis*, studied by means of a rainfall simulator. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 92: 163-174. p.

SAVORY J. G. and CAREY J. K. (1979): Decay in external framed joinery in the United Kingdom. *Journal of the Institute of Wood Science*, 8: 176-180. p.

SCHNATHORST W. C. (1956): Spread and life-cicle of the lettuce powdery mildew fungus. *Phytopathology*, 49: 464-468. p.

SCHRÖDTER H. (1960): Dispersal by air and water- the flight and landing. 169-227. p. In: HORSFALL J. G. and DIMOND A. E. (Eds.): *Plant pathology*: *an advanced treatise*. vol. 3: *The diseased population epidemics and control*. Oxford: Academic Press, 227. p.

SHOEMAKER R. A., LE CLAIR P. M. and DREW SMITH J. (1974): Some parasites of *Bromus inermis* and airborne spores trapped over brome grass crops. *Canadian Journal of Botany*, 52(11): 2415-2421. p.

SEEM R. C., GILPATRICK J. D., SZKOLNIK M. (1979): Quantitative effects of microclimate on spore development and dispersal systems of apple scab. *Proceedings of Symposia IX. International Conggress of Plant Protection*, 135-137. p.

SELL W. (1931): Staubausscheidung an einfachen Körpern und in Luftfiltern. *VDI-Forschungshefte*, 347:1-22. p.

SHAHEN I. (1992): Aeromycology of Amman area, Jordan. *Grana*, 31: 223-228. p.

SHAW D. E. and ROBERTSON D. F. (1980): Collection of *Neurospora* by honeybees. *Transactions of the British mycological Society,* 74(3):459-464. p.

SHENOI M. M. and RAMALINGAM A. (1975): Circadian periodicities of some spore-components of air at Mysore. *Arogya Journal of Health Science,* 1: 154-156. p.

SHENOI M. M. and RAMALINGAM A. (1976): Air-spora of a *Sorghum* field at Mysore. *Journal of Palynology,* 12(1-2): 43-54.

SHENOI M. M. and RAMALINGAM A. (1979): Epidemiology of *Sorghum*. II. Circadian and seasonal periodicity in conidia and uredospores. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences,* 88B:95-102. p.

SHORT S. (2000): Allergens in the home: a review. *Proceedings of Healthy Buildings,* 1: 169-274. p.

SMITH R. S. (1966): The liberation of cereal stem rust uredospores under various environmental conditions in a wind tunnel. *Transactions of the British mycological Society,* 49: 33-41. p.

SOLOMON W. R. BURGE H. P., BOISE J. R. (1978): Airborne *Aspergillus fumigatus* levels outside and within a large clinical centre. *Journal of Allergy and Clinical Immunology,* 62: 56-60. p.

SOLOMON W. R. (1984): Sampling techniques for airborne fungi 41-65.p. In: AL-DOORY Y. and DOMSON J. F. (Eds.): *Mould allergy*. Philadelphia: Lea and Febiger, 287. p.

SORENSON ET AL. (1987): Trichothecene mycotoxins in aerosolized conidia of *Stachybotrys atra. Applied and Enviromental Microbiology,* 53. 1370-1375. p.

SPIEGEL M. R. (1988): Theory and problems of statistics. Maidenhead: Panem-McGraw-Hill, 504. p.

SREERAMULU T. (1956): Studies on the dispersal of spores in the air with special reference to some pathogenic fungi. Ph. D. thesis, University of London. 225. p.

SREERAMULU T. (1959): The diurnal and seasonal periodicity of spores of certain plant pathogens in the air. *Transactions of the British mycological Society,* 42(1): 177-184. p.

SREERAMULU T. (1962): Aerial disseminationof barley loose smut (*Ustilago nuda*). *Transactions of the British mycological Society,* 45: 373-384. p.

SREERAMULU T. (1964): Incidence of conidia of *Erysiphe graminis* in the air over a mildew-infected barley field. *Transactions of the British mycological Society,* 47(1): 31-38. p.

SREERAMULU T. and RAMALINGAM A. (1962): Notes on air-borne *Tetraploa* spores. *Current Science,* 3: 121-122. p.

SREERAMULU T. and RAMALINGAM A. (1966): A two-year study of the air-spora of a paddy field near Vishakapatam. *Indian Journal of Agricultural Science*, 36: 111-132. p.

SRIVASTAVA A. K. and WADHWANI K. (1992): Dispersion and allergenic manifestations of *Alternaria* airspora. *Grana*, 31: 61-66. p.

STAKMAN E. C., CHRISTENSEN C. M. (1946): Aerobiology in relation to plant disease. *Botanical Review*, 12: 205-253. p.

STEDMAN O. J. (1978): Patterns of unobstructed splash dispersal. *Annals of Applied Biology*, 91: 271-285. p.

STEDMAN O. J. (1980a): Splash droplet and spore dispersal studies in field beans (*Vicia faba* L.). *Agricultural Meteorology*, 21: 111-127. p.

STEDMAN O. J. (1980b): Splash dispersal studies in wheat using a fluorescent tracter.

Agricultural Meteorology, 21: 195-203. p.

STEDMAN O. J. (1980c): Observation on the production and dispersal of spores, and infection by *Rhychosporium secalis*. *Annals of Applied Botany*, 95: 163-175. p.

STEDMAN O. J. (1980d): Dispersal of spores of *Rhynchosporium secalis* from a dry surface by water drops. *Transactions of the British mycological Society*, 75: 339-340. p.

STENNETT P. J. and BEGGS P. J. (2004): *Alternaria* spores in the atmosphere of Sydney, Australia, and relationships with meteorological factors. *International Journal of Biometeorology*, 39(2): 106-112. p.

STORM VAN LEEUWEN W. (1925): Weitere untersuchungen über asthma und klima. *Klinische Wochenschrift*, 4: 1294. p.

STOVER R. H. (1962): Intercontinental spread of banana feaf spot (*Mycosphaerella musicala* Leach). *Tropical Agriculture*, 39: 327-338. p.

STRANDBERG J. O. (1977): Spore production and dispersal of *Alternaria dauci*. *Phytopathology*, 67: 1262-1266. p.

SUBBA RAO K. V., SNOW J. P., BERGGREN G. T. (1989): Detection, viability, and possible sources of uredinospores of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in Louisiana. *Plant Disease*, 73: 437-442. p.

SUTTON J. C. (1982): Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Canadian journal of Plant Pathology*, 4: 195-209. p.

SUTTON J. C., SWANTON C. J., GILLESPIE T. J. (1978): Relation of weather variables and host factors to incidence of airborne spores of *Botrytis squamosa*. *Canadian Journal of Botany*, 56: 2460-2469. p.

SUTTON T. B., JONES A. L., NELSON L. A. (1976): Factors affecting dispersal of conidia of the apple scab fungus. *Phytopathology*, 66: 1313-1317. p.

SWEDENBORG E. (1764): Sapientia Angelica de Divina Providentia. 3. I. Amsterdam: Emanuel Swedenborg, 157. p.

SZÉCSI Á. (2004): Szelektív táptalajok *Fusarium*-fajok izolálására és megkülönböztetésére. *Növényvédelem*, 40(7): 339-341. p.

SZÉCSI Á., BARTÓK T., VARGA M., MAGYAR D., MESTERHÁZY Á. (2005): A 8-ketotrichotecén típusú mikotoxinok kemotípusainak azonosítása a hazai *Fusarium graminearum*-populációban. *Növényvédelem*, 153: 445-448. p.

SZENTESI Á. és TÖRÖK J. (1997): Állatökológia. Budapest: Kovásznai Kiadó, 344. p.

TER BRAAK C. J. F. (1986): Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67: 1167-1179. p.

THÖRNQUVIST T. and LUNDSTRÖM H. (1980): Factors affecting the occurrence of fungi in fuel chips for domestic consumption. Uppsala: *The Swedish University of Agricultural Sciences*, 117. p.

TILAK S. T. and PANDE B. N. (2005). Current trends in aeromycological research. 281-510. In: RAI M .K. and DESHMUKH S. K. (Eds.) *Fungi: Diversity and biotechnology*. Scientific Publishers: Jogpur. 510. p.

TILAK S. T. and SRINIVASULU B. V. (1967): Air spora of Aurangabad. *Indian Journal of Microbiology*, 7: 167-170. p.

TÓTHMÉRÉSZ B. (1997): Diverzitási rendezések. Budapest: Scientia kiadó, 98. p.

TSCHANZ A. T., HORST R. K., NELSON P. E. (1975): Ecological aspects of ascospore discharge in *Gibberella zeae*. *Phytopathology*, 65: 597-599. p.

TSUEDA A. and ARITA T. (1984): Ascospore discharge in the annulate form of *Hypoxylon truncatum*. *Canadian Journal of Botany*, 62: 1920-1924. p.

TUBOLY L. és VÖRÖS J. (1962): A dohányperonoszpóra és leküzdésének lehetőségei. *Mezőgazdasági világirodalom*, 4:46-53. p.

TUOMI T., JOHNSSON T., REIJULA K. (2000): Mycotoxins and associated fungal species in building materials from water-damanged buildings. *Proceedings of Healthy Buildings*, 3: 371-376. p.

TUROTT C. and LEVETIN E. (2001): Correlation of spring spore concentrations and meteorological conditions in Tulsa, Oklahoma. *International Journal of Biometeorology*, 45: 64-74. p.

TYNDALL J. (1881): Essays on the floating matter in the air in relation to putrefaction and infection. London, 338. p.

VENABLES K. M., ALLITT U., COLLIER C. G., EMBERLIN J., GREIG J. B., HARDAKER P. J., HIGHHAM J. H., LAING-MORTON T., MAYNARD R. L.,

MURRAY V., STRACHAN D., TEE R. D. (1997): Thunderstorm-related asthma-the epidemic of 24/25 June 1994. *Clinical and Experimental Allergy*, 27: 725-736.

VESPER S., DEARBORN D. G., YIKE I., ALLAN T., SOBOLEWSKI J., HINKLEY S. F., JARVIS B. B., HAUGLAND R. A. (2000): Evaluation of *Stachybotrys chartarum* in the house of an infant with pulmonary hemorrhage: quantitative assessment before, during, and after remediation. *Journal of Urban Health*, 77: 68-85. p.

VILJANEN-ROLLINSON S. L. H. and CROMEY M. G. (2002): Pathways of entry and spread of rust pathogens: implications for New Zealand's biosecurity. *New Zealand Plant Protection*, 55: 42-48. p.

VILLALTA O. N., WASHINGTON W. S., KITA N., BARDON D. (2002): The use of weather and ascospore data for forecasting apple and pear scab in Victoria, Australia. *Australasian Plant Pathology*, 31(3): 205-215. p.

VUORINEN P. and HELANDER M. L. (1995): Variation in airborne urediniospore concentration of *Melampsoridium betulinum*. *Aerobiologia*, 11: 259-264. p.

WADIA K. D. R., MCCARTNEY H. A., BUTLER D. R. (1998): Dispersal of *Passalora personata* conidia from groundnut by wind and rain. *Mycological Research*, 102: 355-360. p.

WAGGONER P. E. and TAYLOR G. S. (1958): Dissemination by atmospheric turbulence: spores of *Peronospora tabacina*. *Phytopathology*, 48: 46-51. p.

VON WAHL G-P. and KERSTEN W. (1991): *Fusarium* and *Didymella*-neglected spores in the air. *Aerobiologia*, 7: 111-117. p.

WAKEFIELD A. E. (1996): DNA sequences identical to *Pneumocystis carinii* f. sp. *carinii* and *Pneumocystis carinii* f. sp. *hominis* in samples of air spora. *Journal of Clinical Microbiology*, 1754-1759. p.

WALKEY D. G. A. and HARVEY R. (1966): Studies of the ballistics of ascospores. *New Phytologist*, 65: 59-74. p.

WALLER J. M. (1979): The recent spread of coffee rust (*Hemileia vastatrix*) and attempts to control it. 275-283.p. In: EBBELS D. L. and KING J. E. (Eds.): *Plant Health*. Oxford: Blatkwell 322. p.

WARD S. V. and MANNERS J. G. (1974): Environmental effects on the quantity and viability of conidia produced by *Erysiphe graminis*. *Transactions of the British mycological Society*, 62: 119-128. p.

WATSON I. A. DE SOUSA C. N. A. (1983): Long distance transport of spores of *Puccinia graminis tritici* in the southern hemisphere. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*, 106: 311-321. p.

WEBSTER J. (1966): Spore projection in *Epicoccum* and *Arthrinium*. *Transactions of the British mycological Society*, 49(2): 339-343. p.

WEINHOLD A. R. (1955): Rate of fall of uredospores of *Puccinia graminis tritici* Erikss & Henn. as affected by humidity and temperature. *Technical Report of Botany and Plant Pathology Deptartment Colorado*, 104.p.

WILKEN-JENSEN K. and GRAVESEN J. (1984): Atlas of moulds in Europe causing respiratory allergy. *Foundation for Allergy Research in Europe*, Copenhagen: ASK Publishing, 110p.

WILLIAMS R. H., WARD E., MCCARTNEY A. (2001): Methods for integrated air sampling and DNA analysis for detection airborne fungal spores. *Applied Environmrental Microbiology*, 67(6): 2453-2459. p.

WISEMAN R. (1932): Untersuchungen über die überwinterung des Apfelschorfpilzes *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fckl. im tötem Blatt sowie die Ausbreitung der Sommersporen (konidien) des Apfelschorfes. *Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz*, 46: 619-679. p.

ZALA J., HORVÁTH ZS., NAGY T., SZÁNTHÓ A., FEHÉR Z. (1997): Allergizáló gombák szezonális előfordulása, gombanaptár. MAKIT Kongresszus, Szolnok

ZOBELL C. E. (1942): Microorganisms in marine air 55-68. p. In: MOULTON F. R. (Ed.): Aerobiology. Washington: American Association for the Advancement of Science. 289. p.

ZOBERI M. H. (1961): Take-off of mould spores in relation to wind speed and humidity. *Annals of Botany*, 25: 53-64. p.

2 sz. melléklet

TÁBLÁZATOK

1. táblázat: A gombaspórák Saccardo-féle alaktani csoportjai (SACCARDO 1884). SPK: az alaktani csoportok képlete.

SPK	latin nyelvű név	magyar nyelvű leírás
e0P	phaeoamerosporae	színes, egysejtű, elliptikus spóra
e1P	phaeodidymosporae	színes, egy keresztfalas, elliptikus spóra
e2P	phaeophragmosporae	színes, két harántkeresztfalas, elliptikus spóra
e?P	phaeophragmosporae	színes, több harántkeresztfalas, elliptikus spóra
e#P	phaeodictyosporae	színes, hosszanti- és harántkeresztfalas, elliptikus spóra
fP	phaeoscolecosporae	színes, hosszúkás spóra
hP	phaeohelicosporae	színes, csavart spóra
bP	phaeostaurosporae	színes, elágazó spóra
e0H	hyaloamerosporae	színtelen, egysejtű, elliptikus spóra
e1H	hyalodidymosporae	színtelen, egy keresztfalas, elliptikus spóra
e2H	hyalophragmosporae	színtelen, két harántkeresztfalas, elliptikus spóra
e?H	hyalophragmosporae	színtelen, több harántkeresztfalas, elliptikus spóra
e#H	hyalodictyosporae	színtelen, hosszanti- és harántkeresztfalas, elliptikus spóra
fH	hyaloscolecosporae	színtelen, hosszúkás spóra
hH	hyalohelicosporae	színtelen, csavart spóra
bH	hyalostaurosporae	színtelen, elágazó spóra

2. táblázat: A spórák terjedési távolsága különböző léptékek szerint.

ökológiai egység	(ecoregion)	szállítódás	időtartam	terület	
élőhely	(habitat)	kis távolságú	másodpercek-percek	$1mm^2$-$1km^2$	légörvények
táj	(landscape)	közepes távolságú	percek-órák	$1\text{-}10km^2$	tengerparti- és hegy-völgy áramlatok
kistérség	(subregion)		órák-napok	$10\text{-}100\ km^2$	viharok
térség	(region)	nagy távolságú	napok-hetek	$100\text{-}10^3\ km^2$	hurrikánok, frontok, LLJ,
nagytérség	(domain)		hetek-hónapok	$10^3\text{-}10^4 km^2$	monszunok, ciklonok, anticiklonok,
földrész	(continent)		évek-évszázadok	$10^7 km^2$	állandó kontinentális áramlatok

3. táblázat: Aerodinamikai számítások alapján kapott szállítódási távolságok (SCHRÖDTER 1960)

spóra mérete	spóra hossza:szélessége	ülepedés (m/sec)	elsodródás (km)	magasság (m)	idő
kicsi	5 : 3	0,036	12400	5410	2 év
közepes	14 : 6	0,138	800	1370	46 óra
nagy	20 : 16	0,975	16	190	22 óra

4. táblázat:A brufai levegőmintákból meghatározott spóratípusok.
n: a gombaelem statisztikai feldolgozásban nem szerepel. A Spearman-féle rangkorreláció kódszáma a 6. táblázat spóratípusait azonosítja. A CCOA kódszám a 23. és 24. ábra spóratípusait abc sorrendben azonosítja, melyek sorszám szerint rendezve a 9. táblázatban (2. sz. melléklet) is megtalálhatók.

	Spearman- rk. kódszáma	CCOA kódszáma	Faj szinten meghat.	Nemzetség szinten meghat.	Nemzetség sz. felett meghat.	morfol. változ. elemzés	első légköri előfordulás	első biometeo. elemz.	ábra
Acrodictys sp.	n	n	0	1	0	0	0	0	
Aglaospora profusa (Fr.) De Not.	1	93	1	0	0	0	0	1	13a-c
Agrocybe spp.	2	57	0	1	0	0	0	1	
Albugo spp.	3	52	0	1	0	0	0	1	
Alternaria alternata (Fr.) Keissl.- típus	4	43	0	1	0	0	0	0	
Alternaria brassicae (Berk.) Sacc.	5	114	1	0	0	0	1	1	
Alternaria chrysanthemi T. Schmidt- típus	6	15	0	1	0	0	0	0	
Alternaria raphani J.W. Groves & Skolko- típus	7	58	0	1	0	0	0	0	
Alternaria tenuissima (Kunze) Wiltshire- típus	13	8	0	1	0	0	0	0	
Alternaria spp. (csírázó, ép)	n	n	0	0	0	1	0	0	
Alternaria spp. (csírázó, sérült)	12	109	0	0	0	1	0	0	
Alternaria spp. (csőr nélkül)	9	16	0	0	0	1	0	0	
Alternaria spp. (konídiumlánc)	8	130	0	0	0	1	0	0	
Alternaria spp. (sötétbarna, ép)	11	14	0	0	0	1	0	0	
Alternaria spp. (sötétbarna, roncsolt)	10	17	0	0	0	1	0	0	
Ampelomyces sp.	n	n	0	1	0	0	1	0	
Amphisphaerella deceptiva M. E. Barr	n	n	1	0	0	0	1	0	
Ampulliferina persimplex B. Sutton	15	157	0	0	0	1	1	1	19u-y
Ampulliferina persimplex (lánc)	14	115	1	0	0	0	1	0	19q-t
Anthostomella /Herpotrichella spp.	16	184	0	1	0	0	1	1	13i
Arthrinium caricicola Kunze & J. C. Schmidt	n	n	1	0	0	0	1	0	
Arthrinium cuspidatum (Cooke & Harkn.) Höhn.	17	106	1	0	0	0	1	1	14e,f
Arthrinium luzulae M. B. Ellis	18	196	1	0	0	0	1	1	14g
Arthrinium spp.	19	38	0	1	0	0	0	1	
Ascobolus sp.	n	n	0	1	0	0	0	0	13x
Ascomycetes (összetapadt oktád)	20	77	0	0	0	1	0	0	
Ascomycetes (szétesett oktád)	21	78	0	0	0	1	0	0	
Aspergillus /Penicillium spp.	22	129	0	0	1	0	0	0	
Asterosporium asterospermum (Pers.) S. Hughes	n	n	1	0	0	0	0	0	
Bactrodesmium spilomeum (Berk. & Broome) E. W. Mason & S. Hughes	n	n	1	0	0	0	1	0	18i
Badhamia sp. (spórahalmaz)	23	167	0	1	0	0	0	1	11f'-h'
Basidiomycetes	24	53	0	0	1	0	0	0	
Belemnospora verrucosa P. M. Kirk	25	138	1	0	0	0	0	1	15a-f
Beltrania rhombica Penz.	26	131	1	0	0	0	0	1	16x
Bipolaris spicifera (Bainier) Subram.	27	45	1	0	0	0	0	1	18j,k
Bipolaris spp.	28	132	0	1	0	0	0	0	18l,m
Boletus spp.	29	55	0	1	0	0	0	1	
Botrytis (barnás)	31	133	0	0	0	1	0	0	
Botrytis (konídiumcsomó)	32	39	0	0	0	1	0	0	
Botrytis sp.	30	10	0	1	0	0	0	0	
Bovista spp.	33	145	0	1	0	0	0	1	
Caloplaca sp.	34	61	0	1	0	0	0	1	12 n'-p'
Capnobotrys sp.	35	3	0	1	0	0	1	1	
Cercospora spp.	36	154	0	1	0	0	0	1	
Chaetomium murorum Corda	n	n	1	0	0	0	1	0	12k
Chaetomium spp.	37	40	0	1	0	0	0	1	
Chaetosphaerella sp.	38	148	0	1	0	0	0	1	
Cheiromycella microscopica (P. Karst.) S. Hughes	39	98	1	0	0	0	1	1	
Cladosporium aecidiicola M. B. Ellis ??	40	94	0	1	0	0	0	1	

Cladosporium echinulatum (Berk.) G. A. de Vries- típus	41	41	0	1	0	0	1	1		2. sz.
Cladosporium phlei (C. T. Greg.) G. A. de Vries	42	101	1	0	0	0	1	1		melléklet
Cladosporium spp.	43	44	0	1	0	0	0	0		4 táblázat
Cladosporium spp. (lánc)	44	155	0	0	0	1	0	0		(folytatás)
Claviceps sp.	45	160	0	1	0	0	1	1		
Clypeosphaeria notarisii Fuckel	46	74	1	0	0	0	1	1	12s'-v'	
Colletotrichum - típus	47	62	0	0	1	0	0	0		
Coniosporium sp.	n	n	0	1	0	0	1	0		
Coprinus ? niveus (Pers.) Fr.	n	n	0	1	0	0	0	0		
Coprinus spp.	48	56	0	1	0	0	0	0	12g-j	
Coremiella ulmariae (McWeeney) E. W. Mason	n	n	1	0	0	0	1	0		
Cortinarius spp.	49	54	0	1	0	0	0	1	12a,b	
Coryneum pyricola Sousa da Câmara	n	n	1	0	0	0	1	0		
Coryneum spp.	50	20	0	1	0	0	1	1	18a-g	
Cronartium/Melampsora spp.	51	7	0	1	0	0	0	0		
Cucurbitaria spp.	52	104	0	1	0	0	0	1		
Curvularia spp.	53	152	0	1	0	0	0	0		
Delitschia sp.	55	146	0	1	0	0	1	1	13y-a'	
Dendrographium/Dendriphiella sp.	56	150	0	0	1	0	0	1		
Dendryphion digitatum Subram.	57	149	1	0	0	0	0	1	20h	
Dendryphion nanum (Nees) S. Hughes	n	n	1	0	0	0	1	0	18z	
Diapleella clivensis (Berk. & Broome) Munk. ?	58	59	0	1	0	0	1	1	13s,t	
Diatrypaceae	59	63	0	0	1	0	0	1		
Dictyoarthrinium sacchari (J. A. Stev.) Damon	60	49	1	0	0	0	0	1	19l	
Dictyodesmium ulmicola (Ellis & Kellerm.) S. Hughes ?	n	n	0	1	0	0	1	0		
Didymella spp.	61	64	0	1	0	0	0	0		
Diplocladiella scalaroides G. Arnaud ex M. B. Ellis	62	156	1	0	0	0	0	1		
Diplodia spp.	63	116	0	1	0	0	0	1	15x'-d"	
Drechslera biseptata (Sacc. & Roum.) M. J. Richardson & E. M. Fraser	64	67	1	0	0	0	0	1	18n,o	
Drechslera bromi (Died.) Shoemaker	n	n	1	0	0	0	1	0		
Drechslera tritici-repentis (Died.) Shoemaker	n	n	1	0	0	0	1	0		
Endophragmiella fallacia P.M. Kirk	n	n	1	0	0	0	1	0		
Endophragmiella sp.	n	n	0	1	0	0	0	0		
Entomophtora - típus	65	186	0	0	1	0	0	0		
Epicoccum nigrum Link	66	46	1	0	0	0	0	0	19k	
Epicoccum sp. (sporodóhium)	67	118	0	0	0	1	0	0		
Excipularia spp.	68	69	0	1	0	0	1	1		
Fusicladium spp.	69	194	0	1	0	0	0	0	15m	
Ganoderma spp.	70	28	0	1	0	0	0	0	12c	
Gilmaniella sp.	n	n	0	1	0	0	0	0		
Gliomsatix sp.	n	n	0	1	0	0	0	0		
Helicoon sp.	n	n	0	1	0	0	0	0		
Helicosporium sp.	71	73	0	1	0	0	0	1		
Helminthosporium/Drechslera spp.	72	51	0	0	1	0	0	0	18p,q	
Heptameria uncinata (Niessl.) Rehm	n	n	1	0	0	0	0	0	12r'	
Hysterographium sp.	n	n	0	1	0	0	0	0		
Inocybe sp.	77	161	0	1	0	0	0	1	12d,e	
Lasiosphaeria spp.	78	163	0	1	0	0	1	1		
Lepteutypa sp.	n	n	0	1	0	0	0	0	12w'	
Leptosphaeria dumetorum Feltgen	n	n	1	0	0	0	1	0		
Leptosphaeria eustomoides Sacc.	79	84	1	0	0	0	1	1		
Leptosphaeria graminis (Fuckel) Sacc.	n	n	1	0	0	0	1	0		
Leptosphaeria Niessliana Rabenh.	n	n	1	0	0	0	1	0		
Leptosphaeria rubicunda Rehm.	80	60	1	0	0	0	0	1		
Leptosphaeria spp.	81	88	0	1	0	0	0	0	12l-v	
Leptosphaeria thurgoviensis E. Müll.	n	n	1	0	0	0	1	0		
Leptosphaerulina sp.?	n	n	0	1	0	0	0	0		
Lophiostoma vicinum Sacc.	82	89	1	0	0	0	1	1	12z'	
Massaria inquinans (Tode) Fr. ??	83	108	0	1	0	0	1	1		
Massarina - típus	84	75	0	0	1	0	0	1		
Melanographium citri (Gonz. Frag. & Cif.) M. B. Ellis	n	n	1	0	0	0	1	0		
Melanomma sp.?	n	n	0	1	0	0	1	0		
Microbotryum reticulatum (Liro) R. Bauer & Oberwinkler	n	n	1	0	0	0	1	0	11v	
Microbotryum sp.	n	n	0	1	0	0	0	0	11u	

Monilia sp.	86	1	0	1	0	0	0	1		2. sz.
Monodictys castaneae (Wallr.) Hughes	n	n	1	0	0	0	1	0		melléklet
Mucor spp.	87	166	0	1	0	0	0	1		4 táblázat
Mycosphaerella spp.	91	83	0	1	0	0	0	1		(folytatás)
Myxomycetes	92	30	0	0	1	0	0	0		
Navicella pileata (Tode) Fabre	n	n	1	0	0	0	1	0		
Neohendersonia kickxii (Westend.) B. Sutton & Pollack	93	110	1	0	0	0	0	1	15v',w'	
Nigrospora oryzae (Berk. & Br.) Petch	94	168	1	0	0	0	0	0		
Nodulosphaeria ulnispora (Cooke) L. Holm	n	n	1	0	0	0	1	0		
Oidium sp. (csírázó)	96	169	0	0	0	1	0	0		
Oidium sp. (lánc)	95	170	0	0	0	1	0	0		
Oidium spp.	97	11	0	1	0	0	0	0	21o-l	
Oncopodiella sp.	98	172	0	1	0	0	0	1		
Ophiobolus acuminatus (Sowerby) Duby	99	79	1	0	0	0	1	1	12h'	
Ovulariopsis sp.	100	95	0	1	0	0	1	1		
Panaeolus spp.- típus	n	n	0	0	1	0	0	0		
Paraphaeosphaeria michotii (Westend.) O. E. Erikss.	101	81	1	0	0	0	0	1	12w	
Periconia macrospinosa Lefebvre & A. G. Johnson	102	135	1	0	0	0	1	1		
Periconia spp.	103	193	0	1	0	0	0	0		
Peronosporaceae- típusú sporangium	104	187	0	0	1	0	0	0		
Peronospora -típusú sporangiumtartó	n	n	0	1	0	0	0	0		
Pestalotiopsis sp. (3szeptumos)	105	137	0	0	0	0	0	1	21b'	
Pestalotiopsis sp. (4szeptumos)	n	n	0	1	0	0	0	0		
Pestalotiopsis sp. (4szeptumos, rovarürülék ? gömbökben)	n	n	0	1	0	0	0	0	29j	
Phaeoramularia/Cercosporidium sp.	n	n	0	0	1	0	0	0		
Phragmidium sp.	106	112	0	1	0	0	0	1		
Pithomyces chartarum (Berk. & M.A. Curtis) M. B. Ellis	107	189	1	0	0	0	0	0	17c'-h'	
Pithomyces chartarum (ép)	108	121	0	0	0	1	0	0	17c'-g'	
Pleospora herbarum (Pers.) Rabenh. ??	110	102	0	1	0	0	0	1		
Pleospora oblongata Niessl.	111	82	1	0	0	0	1	1	12x,y	
Pleospora rubelloides (Plowr. ex Cooke) J. Webster	112	176	1	0	0	0	0	1	12j'-m'	
Pleospora spp.	113	90	0	1	0	0	0	1	12z-g'	
Podospora sp.?	n	n	0	1	0	0	0	0	12q'	
Pollaccia sp.	n	n	0	1	0	0	1	0		
Polythrincium trifolii Speg.	114	190	1	0	0	0	0	0	17a-f	
Polythrincium trifolii (ép)	115	48	0	0	0	1	0	0	17a-d,f	
Pseudovalsa umbonata (Tul.) Sacc.	n	n	1	0	0	0	1	0		
Puccinia spp. (teliospóra)	116	181	0	1	0	0	0	1		
Puccinia spp. (uredospóra)	117	12	0	1	0	0	0	0		
Rebentischia unicaudata (Berk. & Broome) Sacc.	118	70	1	0	0	0	1	1	13r	
Rosellinia sp.	119	185	0	1	0	0	0	1		
Schroeteria delastrina (L.- R. & C. Tul.) Winter	121	33	1	0	0	0	1	1	17s-b'	
Scopulariopsis sp.	122	177	0	1	0	0	0	1		
Septonema sp. ?	123	122	0	0	1	0	0	1		
Sirosporium/Acrodictys sp.	124	24	0	0	1	0	0	1	19a-c	
Sordariaceae	126	120	0	0	1	0	0	1		
Spegazzinia sp.	n	n	0	1	0	0	0	0		
Sphaeropsis sp. (barna típus)	127	100	0	1	0	0	0	1		
Sphaeropsis sp. (hialin típus)	n	n	0	1	0	0	0	0		
Spilocaea spp.	128	47	0	1	0	0	0	0	15l	
Splanchnonema quercicola M. E. Barr	n	n	1	0	0	0	1	0	13h'-c'	
Sporidesmium folliculatum (Corda) E. W. Mason & S. Hughes	n	n	1	0	0	0	1	0		
Sporidesmium leptosporum (Sacc. & Roum.) S. Hughes	n	n	1	0	0	0	1	0		
Sporidesmium spp.	130	111	0	1	0	0	0	1		
Sporidesmium valdivianum (Speg.) M. B. Ellis	n	n	1	0	0	0	1	0	18h	
Sporormiella sp.	131	179	0	1	0	0	0	1	13d	
Stachybotrys sp.	132	34	0	1	0	0	0	1		
Stemphylium spp.	133	35	0	1	0	0	0	0	17n-r	
Stigmina pallida (Ellis & Everh.) M.B. Ellis ??	134	27	0	1	0	0	1	1	17k-m	
Taeniolella breviuscula (Berk. & M. A. Curtis) S. Hughes ??	135	42	0	1	0	0	0	0		
Taeniolella scripta (P. Karst.) S. Hughes	n	n	1	0	0	0	1	0		
Taeniolella spp.	136	36	0	1	0	0	0	1		
Telephoraceae	137	50	0	1	0	0	0	0	12f	
Telephoraceae (sötétbarna)	138	180	0	0	0	1	0	0		

Teloschistes /*Xanthoria* sp.	139	86	0	0	1	0	0	1	12i'	2. sz.
Tetraploa aristata Berk. & Broome	140	96	1	0	0	0	0	1		melléklet
Tilletia sp.	141	182	0	1	0	0	0	1	11f-h	4 táblázat
Tilletiopsis -típus	142	68	0	0	1	0	0	1		(folytatás)
Torula spp.	143	9	0	1	0	0	0	0	19m-p	
Tranzscheliella hypodytes (Schltdl.) Vánky & McKenzie	144	31	1	0	0	0	1	1	11r,s	
Trematosphaeria anglica (Sacc.) Sacc.	n	n	1	0	0	0	1	0		
Trichothecium roseum (Pers.) Link	145	123	1	0	0	0	0	1		
Trimmatostroma salicis Corda	146	107	1	0	0	0	1	1	19f'	
Trimmatostroma scutellare (Berk. & Br.) M. B. Ellis	147	92	1	0	0	0	1	1		
Tripospermum spp.	148	6	0	1	0	0	0	1		
Triposporium elegans Corda	149	5	1	0	0	0	0	1	20m	
Urocystis spp.	159	195	0	1	0	0	0	1	11w-e'	
Ustilago bromivora (L.- R. & C. Tul.) A. A. Fisch. Waldh.	160	32	1	0	0	0	1	1	11o-q	
Ustilago hordei (Pers.:Pers.) Lagerh.	n	n	1	0	0	0	0	0		
Ustilago striiformis (Westend.) Niessl	n	n	1	0	0	0	1	0		
Ustilago tritici (Pers.:Pers.) Rostr. / *U. nuda* (Jens.) Kellerm. & Swingle.	161	13	0	1	0	0	0	0	11t	
Valsaria foedans (P. Karst.) Sacc. ??	162	147	0	1	0	0	1	1		
Valsaria insitiva (Tode) Ces. & De Not. ??	163	192	0	1	0	0	1	1		
Venturia spp.	164	18	0	1	0	0	0	0		
Xylariaceae	165	183	0	0	1	0	0	0		
Xylariaceae (terjedési egység)	166	19	0	0	0	1	0	0	13c-h	
Zygophiala jamaicensis E. W. Mason.	167	99	1	0	0	0	0	1		
ismeretlen Ascomycetes (*Nectria* sp.?)	152	191	0	0	1	0	0	0		
ismeretlen Ascomycetes (*Otthia* sp.?)	150	80	0	0	1	0	0	0		
ismeretlen Ascomycetes (*Venturia* sp.?)	151	87	0	0	1	0	0	0		
ismeretlen Ascomycetes (*Stereocaulon* sp.?)	n	n	0	0	1	0	0	0		
ismeretlen Dematiaceae (*Drechslera* sp.?)	153	124	0	0	1	0	0	0	18s,t	
ismeretlen Dematiaceae (*Seimatosporium* sp.?)	154	164	0	0	1	0	0	0		
ismeretlen Dematiaceae 1.	n	n	0	0	1	0	0	0	21a-f	
ismeretlen Dematiaceae 2.	n	n	0	0	1	0	0	0		
ismeretlen Dematiaceae 3.	n	n	0	0	1	0	0	0		
ismeretlen spóra (sötét színű, muriform)	n	n	0	0	1	0	0	0		
ismeretlen spórák (3 válaszfalas, hialin, fuziform)	156	72	0	0	1	0	0	0	21c'-h'	
ismeretlen spórák (*Atichia* sp.?)	157	21	0	0	1	0	0	0	30e-e	
ismeretlen spórák (1 válaszfalas, hialin, fonalas)	74	66	0	0	1	0	0	0		
ismeretlen spórák (1 válaszfalas, hialin, ovális)	75	65	0	0	1	0	0	0		
ismeretlen spórák (hialin, retikulált)	158	134	0	0	1	0	0	0		
ismeretlen spórák (sokszeptumos, hialin, fonalas)	155	71	0	0	1	0	0	0		
de Bary- féle gázzárványok	54	143	0	0	0	1	0	0	13h,i	
gombaelem növénymaradványon	88	126	0	0	0	1	0	0		
gombaelem növényszőrön	89	25	0	0	0	1	0	0		
gombaelem pollenen	90	23	0	0	0	1	0	0		
micéliumdarabkák	76	22	0	0	1	0	0	0		
homokszemcsék	120	29	0	0	0	0	0	0		
légköri cseppek	129	85	0	0	0	0	0	0		
mikroszkleróciumpollenben	85	139	0	0	0	1	0	0	29i	
növényszőrök	109	26	0	0	0	0	0	0		
összetapadt gombaelemek	73	76	0	0	0	1	0	0	21i'-k':	
talajszemcsék	125	37	0	0	0	0	0	0		

5. táblázat: A más mintavételi helyekről származó gombafajok első légköri előfordulását az alábbiakban közöltem:

Deightoniella arundinacea (Corda) S. Hughes	ONORARI és DOMENEGHETTI (2004)	16s-w
Doratomyces nanus (Ehrenb.) F.J. Morton & G. Sm.	MAGYAR (1998)	
Endophragmia atra (Berk. & Broome) M.B. Ellis	MAGYAR (1998)	
Endophragmia glanduliformis (Höhn.) M.B. Ellis	MAGYAR (1998)	

6. táblázat: A Spearman-féle rangkorreláció eredményei. A Speaman r.k.kódszámához tartozó spóratípusokat a 4. táblázat (2. sz. melléklet) tartalmazza. A sárga cellákban szereplő rangkorrelációs koefficiensek (P<0,05 illetve P<0,01 szinten) szignifikánsan pozitív, a kék cellákban található értékek (P<0,05 illetve P<0,01 szinten) szignifikánsan negatív összefüggést jeleznek a táblázatban feltűntetett fontosabb meteorológiai változókkal. (P<0,05 illetve P<0,01 szinten).

Spearman r.k.kód	Tmax	Tmin	Tk	harmatpont	napi hőingás	naps. órák száma	felhőborítottság	RH	csapadék	cs. időtart	cs. intenzitása	köd	Pd-1	Pd-2	Pd-3	cs. mentes napok sz.	párolgás Wild-féle	párolgás Piché-féle	széllökés	Ny szélirány	É szélirány	É-Ny szélirány	É-K szélirány	D-K szélirány	D-Ny szélirány
3	0,29	0,37	0,33	0,21	0,04	0,09	-0,15	-0,15	-0,28	-0,27	-0,18	-0,13	-0,34	-0,17	0,01	0,37	0,15	0,18	0,31	0,19	-0,14	0,19	-0,05	-0,04	0,13
4	0,39	0,34	0,41	-0,18	0,24	0,13	-0,15	-0,13	-0,28	-0,29	-0,15	0,01	-0,33	-0,02	0,22	0,21	0,07	0,14	-0,18	0,01	-0,20	0,14	0,15	0,06	-0,20
6	0,26	0,34	0,32	0,12	0,05	0,07	-0,20	-0,13	-0,29	-0,26	-0,17	0,00	-0,33	-0,07	0,09	0,24	0,44	0,45	0,20	0,03	-0,21	-0,21	0,29	-0,18	0,05
9	0,42	0,44	0,49	0,00	0,15	0,17	-0,29	-0,20	-0,19	-0,26	-0,07	-0,05	-0,44	-0,28	-0,06	0,28	0,38	0,40	0,17	0,02	-0,20	-0,24	0,27	0,07	-0,13
10	0,50	0,67	0,62	0,03	0,03	0,17	-0,29	-0,27	-0,34	-0,38	-0,30	-0,04	-0,42	-0,40	-0,04	0,40	0,40	0,41	0,11	0,10	-0,21	-0,17	0,27	-0,05	0,06
11	0,53	0,49	0,51	0,36	0,31	0,32	-0,33	-0,23	-0,42	-0,40	-0,28	-0,12	-0,34	-0,13	0,06	0,42	0,39	0,31	0,12	0,18	-0,20	-0,14	-0,13	0,10	0,07
12	0,22	0,36	0,30	0,02	0,03	0,30	-0,26	-0,29	-0,22	-0,23	-0,19	0,00	-0,09	-0,22	0,15	0,10	0,22	0,19	0,03	-0,14	-0,06	-0,09	-0,06	-0,02	0,31
13	0,39	0,54	0,51	-0,15	0,02	0,15	-0,17	-0,24	-0,28	-0,27	-0,13	-0,02	-0,35	-0,06	0,31	0,24	0,27	0,29	0,07	0,11	-0,23	0,15	0,16	0,02	-0,09
15	0,17	0,09	0,09	0,08	0,25	0,06	-0,15	-0,22	-0,26	-0,28	-0,21	-0,22	-0,22	-0,05	-0,19	0,47	0,25	0,24	0,21	0,22	-0,09	-0,13	0,10	-0,16	0,19
19	0,59	0,55	0,57	0,07	0,24	0,05	-0,28	-0,26	-0,30	-0,34	-0,22	-0,11	-0,48	-0,33	-0,08	0,50	0,46	0,46	0,00	0,22	-0,13	-0,24	0,13	0,10	0,01
22	0,29	0,22	0,25	0,21	0,25	0,02	-0,08	0,03	-0,19	-0,26	-0,14	0,12	-0,16	-0,15	0,00	0,26	0,13	0,10	0,26	0,36	-0,01	0,03	-0,13	0,17	-0,06
24	0,28	0,23	0,30	-0,24	0,21	0,21	-0,17	-0,26	-0,37	-0,34	-0,16	0,17	-0,10	0,24	0,43	-0,06	-0,01	0,05	-0,09	-0,05	-0,22	0,24	0,14	-0,17	-0,10
26	0,30	0,23	0,24	0,47	0,20	-0,02	-0,06	-0,10	-0,17	-0,20	-0,12	-0,21	-0,27	-0,28	-0,28	0,30	0,19	0,12	0,14	0,47	-0,08	-0,11	-0,06	-0,09	-0,08
27	0,33	0,33	0,29	-0,08	0,18	0,07	-0,13	-0,12	-0,13	-0,16	-0,05	0,09	-0,30	-0,32	0,09	0,33	0,24	0,23	-0,03	0,24	-0,09	0,05	0,05	0,12	0,16
29	0,32	0,21	0,33	-0,15	0,25	0,10	-0,15	-0,31	-0,36	-0,30	-0,18	0,00	-0,22	0,17	0,18	-0,02	-0,05	-0,01	-0,31	-0,08	-0,13	0,11	0,18	-0,20	-0,13
30	0,43	0,50	0,51	-0,07	0,10	0,20	-0,28	-0,23	-0,28	-0,33	-0,20	-0,13	-0,30	-0,08	0,08	0,25	0,34	0,33	0,19	0,21	-0,22	-0,22	0,14	-0,04	-0,13
32	0,26	0,28	0,29	0,08	0,14	0,12	-0,21	-0,13	-0,07	-0,09	-0,02	-0,17	-0,19	-0,20	-0,07	0,10	0,30	0,35	0,06	0,07	-0,06	-0,08	0,18	0,00	-0,06
35	0,15	0,18	0,18	0,02	0,01	0,17	-0,30	-0,26	-0,19	-0,20	-0,16	-0,26	-0,18	-0,04	-0,19	0,12	0,29	0,24	0,27	-0,12	-0,05	-0,07	0,09	-0,15	-0,05
37	0,41	0,28	0,29	0,21	0,35	0,01	-0,17	-0,13	-0,25	-0,30	-0,19	0,12	-0,28	-0,18	-0,28	0,49	0,29	0,26	0,06	0,23	-0,12	-0,02	-0,07	0,05	0,18
41	0,22	0,29	0,24	0,38	-0,01	-0,17	-0,06	0,04	-0,07	-0,13	0,01	-0,06	-0,30	-0,08	0,06	0,22	0,29	0,23	0,26	0,22	0,13	-0,06	-0,05	-0,09	0,24
43	0,26	0,41	0,35	-0,13	0,01	0,07	-0,04	-0,10	-0,19	-0,23	-0,10	0,03	-0,19	0,07	0,31	0,15	0,06	0,07	0,10	0,07	-0,21	0,24	-0,01	0,22	-0,20
48	0,25	0,07	0,23	-0,26	0,34	0,33	-0,34	-0,35	-0,34	-0,31	-0,18	0,11	0,00	0,36	0,37	-0,20	-0,08	-0,07	-0,17	-0,17	-0,23	0,22	0,02	-0,14	-0,13
60	0,40	0,36	0,38	0,18	0,23	-0,01	-0,17	-0,13	-0,27	-0,24	-0,13	-0,15	-0,36	-0,30	-0,22	0,43	0,16	0,17	0,16	0,09	0,13	-0,15	0,08	-0,02	0,13
66	0,42	0,47	0,47	-0,15	0,19	0,22	-0,28	-0,18	-0,28	-0,29	-0,05	-0,11	-0,31	0,01	0,23	0,31	0,25	0,27	0,03	0,03	-0,23	0,03	0,07	0,11	-0,15
70	0,54	0,51	0,55	0,05	0,24	0,27	-0,32	-0,50	-0,47	-0,49	-0,33	-0,07	-0,43	-0,25	-0,01	0,36	0,36	0,43	-0,01	-0,01	-0,23	0,15	0,15	-0,18	0,12
72	0,23	0,28	0,26	-0,06	0,11	0,03	-0,08	-0,14	-0,35	-0,30	-0,11	0,07	-0,25	0,12	0,40	0,14	0,01	0,01	0,18	0,20	-0,05	0,22	-0,17	0,01	-0,05
76	0,47	0,64	0,60	-0,04	0,01	0,28	-0,38	-0,38	-0,35	-0,42	-0,25	-0,11	-0,54	-0,41	-0,08	0,48	0,57	0,63	0,27	0,14	-0,21	-0,16	0,38	-0,08	-0,07
89	0,02	0,26	0,15	-0,23	-0,22	0,28	-0,19	-0,25	-0,11	-0,13	-0,06	-0,15	-0,24	-0,25	0,10	0,14	0,44	0,45	0,04	0,05	-0,07	-0,10	0,28	-0,09	-0,07
90	0,21	0,41	0,33	0,09	-0,13	0,07	-0,12	-0,22	-0,15	-0,20	-0,04	-0,13	-0,44	-0,32	0,02	0,37	0,35	0,41	0,17	0,14	-0,01	0,10	0,27	-0,17	0,17
92	0,58	0,60	0,60	0,07	0,24	0,24	-0,38	-0,31	-0,40	-0,48	-0,30	-0,12	-0,40	-0,28	-0,16	0,43	0,37	0,39	0,12	0,18	-0,15	-0,17	0,16	-0,02	0,01
97	0,48	0,44	0,45	0,30	0,27	0,29	-0,35	-0,46	-0,45	-0,47	-0,26	-0,19	-0,61	-0,34	-0,15	0,50	0,58	0,52	0,31	0,32	-0,12	-0,25	0,07	-0,23	0,20
109	0,15	0,30	0,23	-0,24	-0,06	0,08	-0,08	-0,21	-0,17	-0,24	-0,13	-0,14	-0,33	-0,20	-0,11	0,36	0,22	0,28	0,23	-0,05	-0,14	-0,08	0,29	0,01	0,15
114	0,16	0,00	0,08	-0,10	0,30	0,36	-0,18	-0,14	-0,14	-0,12	0,03	0,02	-0,04	0,08	0,24	-0,16	-0,03	-0,03	0,03	-0,07	-0,15	0,22	-0,18	0,05	0,02
115	0,28	0,18	0,23	0,19	0,32	0,30	-0,20	-0,19	-0,38	-0,36	-0,26	-0,27	-0,33	-0,06	-0,16	0,17	0,03	0,00	0,16	0,17	-0,12	-0,18	-0,17	0,03	0,07
117	0,50	0,67	0,60	0,20	0,01	0,30	-0,43	-0,44	-0,46	-0,50	-0,30	-0,33	-0,63	-0,43	-0,20	0,64	0,69	0,64	0,35	0,23	-0,07	-0,15	0,13	-0,08	0,04
120	0,62	0,52	0,57	0,04	0,39	0,22	-0,38	-0,48	-0,48	-0,53	-0,39	0,00	-0,45	-0,20	-0,07	0,42	0,32	0,29	0,03	0,11	-0,16	-0,10	0,07	-0,05	0,25
121	0,32	0,22	0,23	0,22	0,27	0,28	-0,31	-0,27	-0,29	-0,32	-0,22	-0,21	-0,31	-0,26	-0,32	0,44	0,26	0,30	0,11	0,02	-0,11	-0,16	-0,14	0,03	0,21
124	0,11	0,33	0,21	0,09	-0,08	0,02	-0,09	-0,04	-0,25	-0,27	-0,19	-0,20	-0,23	-0,14	-0,17	0,47	0,40	0,42	0,34	0,18	0,18	-0,13	0,09	-0,07	-0,09
125	0,29	0,25	0,28	0,17	0,10	-0,09	0,03	-0,08	0,00	-0,06	0,05	0,08	-0,14	-0,28	-0,16	0,08	0,23	0,31	0,18	0,30	-0,08	-0,11	0,05	0,01	-0,08
128	0,21	0,33	0,33	-0,13	-0,05	0,01	-0,11	-0,02	-0,14	-0,14	0,07	0,08	-0,24	0,04	0,25	0,13	0,19	0,25	0,00	-0,12	-0,15	0,11	0,24	0,07	-0,15
132	0,37	0,32	0,33	0,13	0,18	0,19	-0,30	-0,38	-0,23	-0,25	-0,17	-0,19	-0,32	-0,34	-0,25	0,41	0,34	0,33	0,22	0,07	-0,09	-0,13	0,04	-0,04	0,24
133	0,36	0,50	0,45	0,01	0,02	0,04	-0,08	-0,18	-0,29	-0,27	-0,15	-0,07	-0,33	-0,10	0,18	0,24	0,31	0,30	0,29	0,20	-0,17	-0,02	-0,08	0,20	-0,17
134	0,17	0,38	0,28	0,16	-0,19	-0,05	-0,12	-0,03	-0,11	-0,14	-0,07	-0,18	-0,22	-0,12	-0,01	0,23	0,36	0,34	0,37	0,03	-0,06	-0,09	0,17	-0,19	0,30
136	0,62	0,69	0,70	0,05	0,17	0,45	-0,51	-0,51	-0,58	-0,61	-0,43	-0,09	-0,47	-0,30	-0,17	0,57	0,66	0,68	0,16	0,12	-0,19	-0,13	0,16	0,02	-0,06
137	0,35	0,32	0,40	-0,09	0,19	0,22	-0,24	-0,24	-0,34	-0,31	-0,24	0,07	-0,09	0,16	0,23	-0,10	0,09	0,10	-0,19	-0,04	-0,18	0,02	0,10	-0,12	-0,18
138	0,22	0,17	0,21	0,32	0,19	0,15	-0,20	-0,07	-0,27	-0,31	-0,22	0,00	-0,07	0,21	0,07	0,11	0,08	0,02	0,01	0,06	-0,10	-0,14	0,00	-0,08	-0,10
143	0,67	0,66	0,67	0,33	0,33	0,40	-0,56	-0,53	-0,55	-0,60	-0,41	-0,20	-0,62	-0,35	-0,15	0,64	0,64	0,61	0,22	0,18	-0,17	-0,18	0,08	-0,04	0,17
144	0,43	0,46	0,46	0,18	0,21	0,37	-0,40	-0,41	-0,44	-0,51	-0,34	-0,08	-0,46	-0,32	-0,09	0,57	0,41	0,43	0,29	0,11	-0,15	-0,11	0,04	-0,05	0,16
157	0,04	0,33	0,20	-0,04	-0,25	0,11	-0,10	-0,16	-0,16	-0,19	-0,11	-0,27	-0,28	-0,29	-0,10	0,24	0,38	0,41	0,32	0,13	-0,08	-0,11	0,21	-0,04	-0,08
159	0,11	0,30	0,19	0,08	-0,15	-0,16	0,14	-0,09	-0,20	-0,21	-0,18	-0,29	-0,19	-0,08	-0,07	0,33	0,14	0,17	0,26	0,09	-0,06	-0,08	-0,06	-0,01	-0,06
160	0,27	0,29	0,28	0,18	0,11	-0,03	-0,14	-0,04	-0,08	-0,12	0,00	0,02	-0,29	-0,10	-0,11	0,20	0,28	0,20	0,33	0,21	-0,08	0,02	-0,18	0,06	0,15
161	0,31	0,42	0,35	0,24	0,01	0,12	-0,25	-0,21	-0,25	-0,28	-0,16	-0,39	-0,46	-0,40	-0,24	0,39	0,53	0,54	0,39	0,27	-0,16	-0,23	0,13	-0,18	-0,14
164	0,27	0,38	0,36	0,18	-0,05	0,10	-0,14	-0,17	-0,33	-0,36	-0,25	0,23	-0,11	-0,04	-0,07	0,35	0,29	0,33	-0,06	0,20	-0,14	0,06	0,06	-0,17	0,04
166	0,34	0,38	0,41	-0,17	0,16	0,27	-0,28	-0,28	-0,35	-0,38	-0,24	-0,05	-0,23	-0,01	0,01	0,27	0,25	0,37	-0,06	-0,08	-0,22	0,02	0,30	-0,09	-0,06
2	0,21	0,06	0,20	-0,30	0,27	0,24	-0,22	-0,32	-0,26	-0,21	-0,10	0,18	0,10	0,27	0,44	-0,18	-0,18	-0,10	-0,25	-0,18	-0,18	0,24	0,09	-0,10	-0,08
7	-0,29	-0,30	-0,31	0,05	-0,08	-0,09	0,02	0,17	0,25	0,26	0,45	0,11	0,09	0,10	0,17	-0,23	-0,09	-0,16	0,13	-0,24	0,11	0,34	-0,11	-0,17	0,17
20	-0,26	-0,20	-0,25	-0,13	-0,16	-0,42	0,42	0,54	0,48	0,51	0,49	0,06	0,24	0,19	0,16	-0,45	-0,26	-0,23	-0,01	-0,03	-0,13	-0,06	-0,04	0,01	-0,13
21	-0,26	-0,31	-0,31	-0,13	-0,03	-0,39	0,37	0,57	0,47	0,41	0,35	0,09	0,30	0,12	0,01	-0,38	-0,33	-0,30	0,09	0,06	-0,10	0,00	-0,05	-0,01	-0,10
34	-0,13	-0,15	-0,15	-0,15	-0,03	-0,28	0,14	0,32	0,51	0,46	0,42	0,15	0,24	0,06	-0,07	-0,27	-0,11	-0,17	0,05	0,06	-0,06	-0,08	-0,22	0,16	-0,06
46	-0,43	-0,37	-0,40	-0,21	-0,26	-0,24	0,23	0,34	0,48	0,48	0,33	0,05	0,34	0,01	-0,17	-0,40	-0,25	-0,32	-0,11	-0,11	-0,05	-0,07	-0,09	0,04	-0,05
47	-0,43	-0,43	-0,39	-0,33	-0,22	-0,20	0,42	0,41	0,35	0,36	0,24	0,18	0,54	0,48	0,42	-0,59	-0,62	-0,55	-0,19	-0,19	-0,14	0,26	-0,03	-0,01	-0,14
58	-0,17	-0,02	-0,13	0,01	-0,18	-0,33	0,28	0,46	0,38	0,38	0,44	-0,03	0,10	0,01	0,08	-0,07	-0,02	-0,06	0,25	0,10	-0,12	-0,04	-0,18	0,10	-0,12
59	-0,43	-0,30	-0,39	-0,06	-0,35	-0,51	0,53	0,68	0,55	0,59	0,46	0,05	0,35	0,32	0,20	-0,47	-0,37	-0,37	0,08	0,02	-0,14	0,08	-0,16	0,05	-0,14
61	-0,35	-0,33	-0,33	-0,28	-0,14	-0,32	0,43	0,47	0,44	0,46	0,48	0,34	0,42	0,42	0,46	-0,62	-0,43	-0,39	-0,08	-0,06	-0,19	0,19	-0,04	-0,04	-0,04
64	-0,14	-0,11	-0,13	-0,03	-0,10	-0,29	0,26	0,34	0,24	0,31	0,28	0,15	0,22	0,20	0,22	-0,16	-0,13	-0,24	0,06	0,26	-0,06	0,21	-0,29	0,32	-0,06
68	-0,19	-0,21	-0,20	-0,10	-0,04	-0,09	0,10	0,27	0,33	0,32	0,27	-0,16	0,25	0,19	0,06	-0,33	-0,20	-0,20	0,16	0,18	-0,04	-0,06	-0,13	-0,12	-0,04
71	-0,35	-0,35	-0,34	-0,20	-0,20	-0,29	0,43	0,35	0,44	0,47	0,38	0,21	0,41	0,44	0,43	-0,57	-0,44	-0,43	-0,05	-0,01	-0,21	0,29	-0,17	-0,01	0,01
73	-0,27	-0,31	-0,26	-0,45	-0,03	-0,11	0,27	0,31	0,25	0,28	0,27	0,25	0,41	0,47	0,62	-0,60	-0,52	-0,47	-0,16	-0,15	-0,14	0,33	-0,05	-0,09	-0,14
74	-0,18	-0,11	-0,17	0,13	-0,11	-0,21	0,31	0,27	0,20	0,24	0,27	0,09	0,12	0,29	0,34	-0,21	-0,17	-0,21	0,13	0,17	-0,12	0,14	-0,23	-0,11	0,18
75	-0,26	-0,18	-0,20	-0,17	-0,18	-0,25	0,35	0,42	0,42	0,41	0,39	0,14	0,35	0,32	0,36	-0,58	-0,31	-0,32	0,05	0,02	-0,23	0,17	-0,14	-0,09	-0,06
79	-0,09	-0,08	-0,11	-0,02	-0,01	-0,34	0,19	0,27	0,23	0,25	0,05	0,28	0,05	-0,15	-0,15	0,03	-0,04	-0,05	-0,09	-0,09	-0,04	-0,06	-0,08	0,27	-0,04
80	-0,43	-0,36	-0,42	-0,19	-0,22	-0,41	0,50	0,65	0,50	0,50	0,48	0,22	0,48	0,31	0,27	-0,52	-0,42	-0,39	0,02	0,03	-0,13	0,20	-0,15	-0,07	-0,13
81	-0,37	-0,28	-0,38	-0,11	-0,12	-0,17	0,24	0,31	0,37	0,29	0,39	-0,01	0,34	0,14	0,03	-0,20	-0,07	-0,16	0,17	0,09	-0,13	0,20	-0,16	-0,05	-0,13
82	-0,40	-0,18	-0,30	-0,22	-0,42	-0,30	0,27	0,31	0,34	0,40	0,36	-0,04	0,44	0,39	0,18	-0,39	-0,05	-0,11	0,19	-0,04	-0,09	0,06	-0,18	-0,06	-0,09
84	-0,39	-0,31	-0,36	-0,21	-0,23	-0,32	0,38	0,55	0,48	0,50	0,48	0,09	0,43	0,31	0,27	-0,55	-0,38	-0,42	0,05	0,09	-0,18	0,21	-0,18	-0,05	-0,18
91	-0,18	-0,13	-0,13	-0,28	-0,16	-0,23	0,21	0,29	0,19	0,20	0,17	0,26	0,43	0,39	0,35	-0,34	-0,30	-0,32	-0,19	0,02	-0,12	0,22	-0,02	-0,03	-0,12
99	-0,29	-0,19	-0,28	0,17	-0,18	-0,43	0,40	0,63	0,48	0,48	0,59	0,06	0,17	0,14	0,16	-0,30	-0,13	-0,20	0,11	0,18	-0,12	0,14	-0,16	-0,04	-0,12
101	-0,03	0,13	0,04	0,01	-0,11	-0,24	0,16	0,30	0,17	0,18	0,29	0,00	-0,09	0,03	-0,10	0,01	0,03	0,02	0,12	0,03	-0,14	-0,03	-0,07	0,04	-0,14
111	-0,26	-0,23	-0,26	0,01	-0,03	-0,17	0,15	0,47	0,34	0,38	0,37	0,21	0,26	0,17	0,04	-0,28	-0,12	-0,18	0,16	-0,01	-0,07	-0,10	-0,17	0,16	-0,07
113	-0,17	-0,04	-0,15	0,39	-0,21	-0,45	0,31	0,33	0,39	0,38	0,32	-0,18	0,07	-0,09	-0,20	-0,04	0,09	-0,03	0,38	0,27	0,20	-0,15	-0,33	0,06	0,00
118	-0,25	-0,16	-0,21	0,11	-0,13	-0,18	0,25	0,40	0,37	0,39	0,40	0,03	0,11	0,16	0,17	-0,34	0,03	-0,03	0,31	0,00	-0,07	-0,10	-0,11	0,04	-0,07
129	-0,18	-0,27	-0,26	-0,26	0,02	-0,01	0,23	0,24	0,33	0,30	0,27	0,15	0,26	0,03	0,33	-0,34	-0,36	-0,40	-0,13	0,06	-0,06	0,21	-0,29	-0,02	-0,06
139	-0,15	-0,10	-0,15	-0,05	-0,14	-0,36	0,30	0,39	0,39	0,36	0,24	-0,16	0,08	-0,11	-0,10	-0,26	-0,13	-0,14	0,22	0,17	-0,06	0,19	-0,07	-0,06	-0,06
142	-0,19	-0,25	-0,22	-0,24	0,02	0,05	0,14	0,30	0,24	0,27	0,27	0,15	0,35	0,29	0,66	-0,44	-0,46	-0,48	-0,22	-0,07	-0,10	0,36	-0,19	-0,07	-0,10
150	-0,04	-0,02	-0,08	-0,07	-0,01	-0,21	0,20	0,21	0,38	0,31	0,49	-0,01	0,02	0,01	0,19	-0,17	-0,01	-0,13	0,15	0,39	-0,04	0,31	-0,27	0,08	-0,04
151	-0,23	-0,24	-0,23	-0,34	-0,06	-0,17	0,24	0,38	0,31	0,31	0,35	0,25	0,35	0,32	0,38	-0,47	-0,41	-0,39	0,02	0,01	-0,14	0,32	-0,17	-0,10	-0,14
155	-0,13	-0,03	-0,10	0,10	-0,20	-0,33	0,29	0,30	0,41	0,41	0,42	0,10	0,21	0,13	-0,14	-0,32	-0,01	-0,10	0,18	0,05	-0,18	0,08	-0,19	0,01	0,19
156	-0,24	-0,30	-0,25	-0,31	0,01	-0,29	0,29	0,39	0,40	0,39	0,42	0,36	0,42	0,42	0,48	-0,65	-0,48	-0,47	-0,02	-0,09	-0,22	0,27	-0,03	-0,11	-0,08

8. táblázat: A kanonikus tengelyeket meghatározó meteorológiai háttértényezők vektorai (A-K) r-értéke

tengely címe	változók	r1	r2	r3
A	Wild-f. párolgás	-0,5966	0,4283	0,4987
B	Ny szélirány	-0,178	0,2635	0,1429
C	harmatpont	-0,1226	0,625	-0,0948
D	széllökés	0,0037	0,1596	-0,0004
E	RH	0,7168	0,1624	0,118
F	csapadék	0,6972	0,0876	0,3086
G	Pd-1	0,5975	-0,3175	-0,1045
H	D-Ny szélirány	-0,0075	-0,1364	0,1834
I	Tmax	-0,7027	-0,2094	0,2511
J	Tmin	-0,6471	0,1673	0,4934
K	csap. mentes napok sz.	-0,6132	0,3139	0,0624

9. táblázat: A kanonikus korrespondencia elemzésben szereplő spóratípusok kódszám szerinti sorbarendezése.

1: *Monilia* sp., **3:** *Capnobotrys* sp., **5:** *Triposporium elegans*, **6:** *Tripospermum* spp., **7:** *Cronartium/Melampsora* spp., **8:** *Alternaria tenuissima*-típus, **9:** *Torula* spp., **10:** *Botrytis* sp., **11:** *Oidium* spp., **12:** *Puccinia* spp. (uredospóra), **13:** *Ustilago tritici*/*U.nuda*, **14:** *Alternaria* spp. (sötétbarna, ép), **15:** *Alternaria chrysanthemi*-típus, **16:** *Alternaria* spp. (csőr nélkül), **17:** *Alternaria* spp. (sötétbarna, roncsolt), **18:** *Venturia* spp., **19:** Xylariaceae (terjedési egység), **20:** *Coryneum* spp., **21:** ismeretlen spórák (*Atichia* sp.?), **22:** micéliumdarabkák, **23:** gombaelem pollenen, **24:** *Sirosporium/Acrodictys* sp., **25:** gombaelem növényszőrön, **26:** növényszőrök, **27:** *Stigmina pallida??*, **28:** *Ganoderma* spp., **29:** homokszemcsék, **30:** Myxomycetes, **31:** *Tranzscheliella hypodytes*, **32:** *Ustilago bromivora*, **33:** *Schroeteria delastrina*, **34:** *Stachybotrys* sp., **35:** *Stemphylium* spp., **36:** *Taeniolella* spp., **37:** talajszemcsék, **38:** *Arthrinium* spp., **39:** *Botrytis* (konídiumcsomó), **40:** *Chaetomium* spp., **41:** *Cladosporium echinulatum*, **42:** *Taeniolella breviuscula??*, **43:** *Alternaria alternata*-típus, **44:** *Cladosporium* spp., **45:** *Bipolaris spicifera*, **46:** *Epicoccum nigrum*, **47:** *Spilocaea* spp., **48:** *Polythrincium trifolii*, **49:** *Dictyoarthrinium sacchari*, **50:** Telephoraceae, **51:** *Helminthosporium/Drechslera*, **52:** *Albugo* spp., **53:** Basidiomycetes, **54:** *Cortinarius* spp., **55:** *Boletus* spp., **56:** *Coprinus* spp., **57:** *Agrocybe* spp., **58:** *Alternaria raphani*-típus, **59:** *Diapleella clivensis*?, **60:** *Leptosphaeria rubicunda*, **61:** *Caloplaca* sp., **62:** *Colletotrichum*-típus, **63:** Diatrypaceae, **64:** *Didymella* spp., **65:** ismeretlen spórák (hialin, kétsejtű, ovális), **66:** ismeretlen spórák (hialin, kétsejtű, fonalas), **67:** *Drechslera biseptata*, **68:** *Tilletiopsis*-típus, **69:** *Excipularia* spp., **70:** *Rebentischia unicaudata*, **71:** ismeretlen spórák (sokszeptumos, hialin, filiform), **72:** ismeretlen spórák (3 szeptumos, hialin, fuziform), **73:** *Helicosporium* sp., **74:** *Clypeosphaeria notarisii*, **75:** *Massarina*-típus, **76:** összetapadt gombaelemek, **77:** Ascomycetes (összetapadt oktád), **78:** Ascomycetes (szétesett oktád), **79:** *Ophiobolus acuminatus*, **80:** ismeretlen Ascomycetes (*Otthia*?), **81:** *Paraphaeosphaeria michotii*, **82:** *Pleospora oblongata* Niessl., **83:** *Mycosphaerella* spp., **84:** *Leptosphaeria eustomoides*, **85:** légköri cseppek, **86:** *Teloschistes*/*Xanthoria* sp., **87:** ismeretlen Ascomycetes (*Venturia*?), **88:** *Leptosphaeria* spp., **89:** *Lophiostoma vicinum*, **90:** *Pleospora* spp., **92:** *Trimmatostroma scutellare*, **93:** *Aglaospora profusa*, **94:** *Cladosporium aecidiicola??*, **95:** *Ovulariopsis* sp., **96:** *Tetraploa aristata*, **98:** *Cheiromycella microscopica*, **99:** *Zygophiala jamaicensis*, **100:** *Sphaeropsis* (barna típus), **101:** *Cladosporium phlei*,

9. táblázat folytatása

102: *Pleospora herbarum??,* **104:** *Cucurbitaria* spp., **106:** *Arthrinium cuspidatum,* **107:** *Trimmatostroma salicis,* **108:** *Massaria* i*nquinans??,* **109:** *Alternaria* spp. (csírázó, sérült), **110:** *Neohendersonia kickxii,* **111:** *Sporidesmium* spp., **112:** *Phragmidium* sp., **114:** *Alternaria brassicae,* **115:** *Ampulliferina persimplex,* **116:** *Diplodia* spp., **118:** *Epicoccum* sp. (sporodóhium), **120:** Sordariaceae, **121:** *Pithomyces chartarum* (ép), **122:** *Septonema* sp.?, **123:** *Trichothecium roseum,* **124:** ismeretlen Dematiaceae (*Drechslera* sp.?), **126:** gombaelem növénymaradványon, **129:** *Aspergillus* /*Penicillium* spp., **130:** *Alternaria* spp. (konídiumlánc), **131:** *Beltrania rhombica,* **132:** *Bipolaris* spp., **133:** *Botrytis* (barnás), **134:** ismeretlen spórák (hialin, retikulált), **135:** *Periconia macrospinosa,* **137:** *Pestalotiopsis* spp., **138:** *Belemnospora verrucosa,* **139:** mikroszklerócium pollenben, **143:** de Bary-féle gázzárványok, **145:** *Bovista* spp., **146:** *Delitschia* sp., **147:** *Valsaria foedans??,* **148:** *Chaetosphaerella* sp., **149:** *Dendryphion digitatum,* **150:** *Dendrographium/Dendriphiella* sp., **152:** *Curvularia* spp., **154:** *Cercospora* spp., **155:** *Cladosporium* spp. (lánc), **156:** *Diplocladiella scalaroides,* **157:** *Ampulliferina persimplex,* **160:** *Claviceps* sp., **161:** *Inocybe* sp., **163:** *Lasiosphaeria* spp., **164:** ismeretlen Dematiaceae (*Seimatosporium* sp.?), **166:** *Mucor* spp., **167:** *Badhamia* sp. (spórahalmaz), **168:** *Nigrospora oryzae,* **169:** *Oidium* sp. (csírázó), **170:** *Oidium* sp. (lánc), **172:** *Oncopodiella* sp., **176:** *Pleospora rubelloides,* **177:** *Scopulariopsis* sp., **179:** *Sporormiella* sp., **180:** Telephoraceae (sötétbarna), **181:** *Puccinia* spp. (teliospóra), **182:** *Tilletia* sp., **183:** Xylariaceae, **184:** *Anthostomella*/*Herpotrichella* spp., **185:** *Rosellinia* sp., **186:** *Entomophtora*-típus, **187:** Peronosporaceae-típusú sporangium, **189:** *Pithomyces chartarum,* **190:** *Polythrincium trifolii,* **191:** ismeretlen Ascomycetes (*Nectria*?), **192:** *Valsaria* i*nsitiva??,* **193:** *Periconia* spp., **194:** *Fusicladium* spp., **195:** *Urocystis* spp. , **196:** *Arthrinium luzulae.*

A felsorolásban nem szereplő számok (**2, 4, 91, 97, 103, 105, 113, 117, 119, 125, 127, 140, 141, 142, 144, 151, 153, 158, 159, 162, 165, 171, 173, 174, 175, 178, 188**) megkülönböztetett, de morfológiai módszerekkel valószínűleg nem azonosítható gombaelemeket jelölnek. (Ezzel szemben a felsorolásban *szereplő* „ismeretlen” gombaelemek morfológiai meghatározására valószínűleg a későbbiekben lehetőségem nyílik.)

10. táblázat: a légkörben leggyakoribb aszkospóra oktádok belső összetartó ereje. (Θ=0-0,2 erősen összetapadt oktádok, Θ=0,5-1 gyengén összetapadt oktádok, *l*=az 1. és a 2., az 1. és a 3., … az 1. és a 8. spóra között mért távolság. ∑ *l*=a spórák közötti távolságok összege. A spórákat helyzetük szerint, az óra járásával megegyező irányban számoztam meg.

spóraoktád	**Θ**	***l* (µm):**							**∑ *l* (µm):**
		1.-2.	**1.-3.**	**1.-4.**	**1.-5.**	**1.-6.**	**1.-7.**	**1.-8.**	
Clypeosphaeria	1	2	2	10	13	11	11	2	51
Diatrypaceae 1	1	42	100	85	25	155	157	130	694
Diatrypaceae 2	1	5	70	100	112	162	187	342	978
Diatrypaceae 3	1	3	7	15	20	70	70	50	235
Caloplaca	0,42	7	125	75	0	0	0	0	207
Stereocaulon 1	0,28	7	62	0	0	0	0	0	69
Stereocaulon 2	0,14	62	0	0	0	0	0	0	62
Stereocaulon 3	0,14	12	0	0	0	0	0	0	12
Xanthoria	0,14	25	0	0	0	0	0	0	25

11. táblázat: A sodródó vízcseppek átmérője és a bennük található spóratípusok koncentrációja közötti összefüggés, valamint a spóratípusok relatív gyakorisága, koncentrációjuk átlaga és szórása. rs= a spóraszám és a cseppátmérő közötti összefüggést kifejező rangkorrelációs koefficiens a Spearman-féle rangkorreláció alapján. p= relatív gyakoriság (%), *= szignifikáns összefüggés (P<0,05), **= szignifikáns összefüggés (P<0,01)

	rs	***p***	**éves átlag**	**tavaszi átlag**	**nyári átlag**	**szórás**
ismeretlen spórák (3 szeptumos, hialin, fuziform)	0,1	0,26	0,78	1,27	0,07	3,25
Alternaria spp.	0,379(**)	3,81	1,15	0,50	2,10	2,27
Aspergillus/Penicilluim	-0,1	0,36	0,09	0,09	0,10	0,47
Botrytis sp.	0,1	0,98	1,03	1,68	0,07	3,54
Chaetomium sp.	0,0	0,39	0,19	0,05	0,40	0,92
Cladosporium spp.	0,396(**)	35,85	48,99	74,89	11,00	144,53
Colletotrichum - típus	0,1	0,68	1,58	1,70	1,40	6,81
Diatrypaceae	-0,1	1,42	0,88	1,48	0,00	3,28
Didymella spp.	0,2	0,13	0,41	0,59	0,13	1,52
Drechslera/Helminthosporium	0,1	0,24	0,04	0,00	0,10	0,20
egyéb aszkospóra	0,388(**)	10,69	8,72	10,14	6,63	26,33
egyéb bazidiospóra	0,339(**)	20,15	47,16	77,27	3,00	141,98
egyéb xerospóra	0,333(**)	6,57	2,82	0,07	6,87	7,14
Epicoccum nigrum	0,2	0,69	0,22	0,07	0,43	0,90
ismeretlen filiform spórák	0,0	0,03	0,05	0,09	0,00	0,28
Ganoderma spp.	0,478(**)	0,32	0,50	0,82	0,03	1,18
Helicosporium sp.	0,1	0,25	0,73	1,11	0,17	2,44
Leptosphaeria spp.	0,564(**)	1,70	1,57	2,43	0,30	4,28
Lophiostoma vicinum	0,441(**)	1,00	0,45	0,75	0,00	1,29
micéliumdarabkák	0,302(**)	4,79	2,11	0,09	5,07	5,94
Oidium sp.	0,1	0,20	0,24	0,27	0,20	0,66
Ophiobolus sp.	0,1	0,04	0,12	0,20	0,00	0,55
Paraphaeosphaeria michotii	0,2	0,03	0,08	0,09	0,07	0,36
Peronosporaceae- típusú sporangium	0,2	0,12	0,05	0,00	0,13	0,23
Pleospora spp.	0,630(**)	0,49	0,74	0,93	0,47	1,66
Puccinia spp. (uredospóra)	0,1	0,79	0,05	0,02	0,10	0,23
Taeniolella spp.	0,1	0,01	0,03	0,05	0,00	0,16
Telephoracae	0,416(**)	0,35	0,39	0,52	0,20	0,90
Torula spp.	0,233(*)	0,37	0,20	0,02	0,47	0,74
Ustilago spp.	0,298(**)	1,22	0,39	0,16	0,73	1,06
Venturia spp.	0,1	0,06	0,03	0,02	0,03	0,16
Xylariaceae	0,400(**)	1,81	1,42	2,32	0,10	3,90

12. táblázat: A sodródó vízcseppek egy légköbméterre vonatkoztatott darabszáma, és spóratartalma.

hely és idő	**cseppszám (db/m^3)**	**spórakoncentráció (db/csepp)**		
		max.	min.	átlag
Brufa 1995. június 7.	14	3154,00	173,00	1030,19
Brufa 1995. június 16.	9	3500,00	250,00	1622,22
Pest 1999. június 13.	4	150,00	100,00	120,00
Buda 1999. június 13.	17	1465,00	312,00	686,82
Pest 2001. február 21.	14	1800,00	175,00	651,79
Pest 2001. február 28.	13	2250,00	500,00	1243,31
Buda 2001. március 21.	2	2025,00	1100,00	1562,50

13. táblázat: A Margalet- és Shannon-féle biodiverzitás összefüggése az időjárással.

*= szignifikáns összefüggés (P<0,05), **= szignifikáns összefüggés (P<0,01)

	Margalet	**Shannon**
Tmax	0,314(*)	0,403(**)
Tmin	0,25	0,207
Tk	0,301(*)	0,333(*)
napi hőingás	0,196	0,400(**)
napsütéses órák száma	0,095	0,354(**)
felhőborítottság	-0,13	-0,262
RH	-0,011	-0,21
csapadék	-0,001	-0,377(**)
csapadék időtartama	-0,213	-0,311(*)
csapadék intenzitása	0,112	-0,262
esős napok száma	-0,185	-0,307(*)
köd	-0,022	0,003
Sd-1	0,253	0,384(**)
Sd-2	0,245	0,273
Sd-3	0,005	0,016
Pd-1	-0,221	-0,275(*)
Pd-2	-0,124	0,02
Pd-3	0,048	0,165
szél 4 m/s felett	-0,133	-0,318(*)
párolgás Wild-féle	0,134	-0,042
széllökés	0,214	-0,014
szélsebesség	-0,116	-0,307(*)
légnyomás	-0,175	0,213
nyugati szélirány	0,262	0,134
északi szélirány	-0,372(**)	-0,154

14. táblázat: A légkör fajgazdagságának leíró statisztikai jellemzése az esős és a száraz napokon.

AD: A száraz időjárás hatására kialakuló fajegyüttes, AW: A nedves időjárás hatására kialakuló fajegyüttes

		esős napok	**száraz napok**	**összes nap**
Margalet-f biodiverzitás	átlag	18,232	19,651	19,351
	max.	30,950	28,612	30,950
	min.	5,621	7,946	5,621
	szórás	6,653	3,536	4,339
Shannon-f biodiverzitás	átlag	1,144	1,266	1,233
	max.	1,386	1,483	1,483
	min.	0,468	0,930	0,468
	szórás	0,261	0,133	0,182

15. táblázat: A légkör fajgazdagságának leíró statisztikai jellemzése az esős és a száraz napokon.

AD: A száraz időjárás hatására kialakuló fajegyüttes, AW: A nedves időjárás hatására kialakuló fajegyüttes

		esős napok	**száraz napok**	**összes nap**
az AD spóratípusainak relatív gyakorisága (%)	átlag	46,630	66,330	62,163
	max.	51,724	90,909	90,909
	min.	39,583	46,154	39,583
az AW spóratípusainak relatív gyakorisága (%)	átlag	46,654	22,507	27,615
	max.	56,250	42,373	56,250
	min.	30,769	2,564	2,564
spórakoncentráció	átlag	2270,182	2428,805	2395,250
	max.	4157	4529	4529
	min.	143	587	143
	szórás	1252,471	1005,595	1051,180
	összes	24972	99581	124553
spóratípusok száma	átlag	61,364	66,902	65,731
	max.	113	97	113
	min.	20	23	20
	szórás	26,341	13,559	16,895

2. sz. melléklet

16. táblázat: A mézminták eredetére vonatkozó adatok. n= statisztikai feldolgozásban nem szerepel.
Az iktatószám a Bolognai Méhészeti Kutatóintézet gyűjteményéből származó minták azonosítására szolgál.

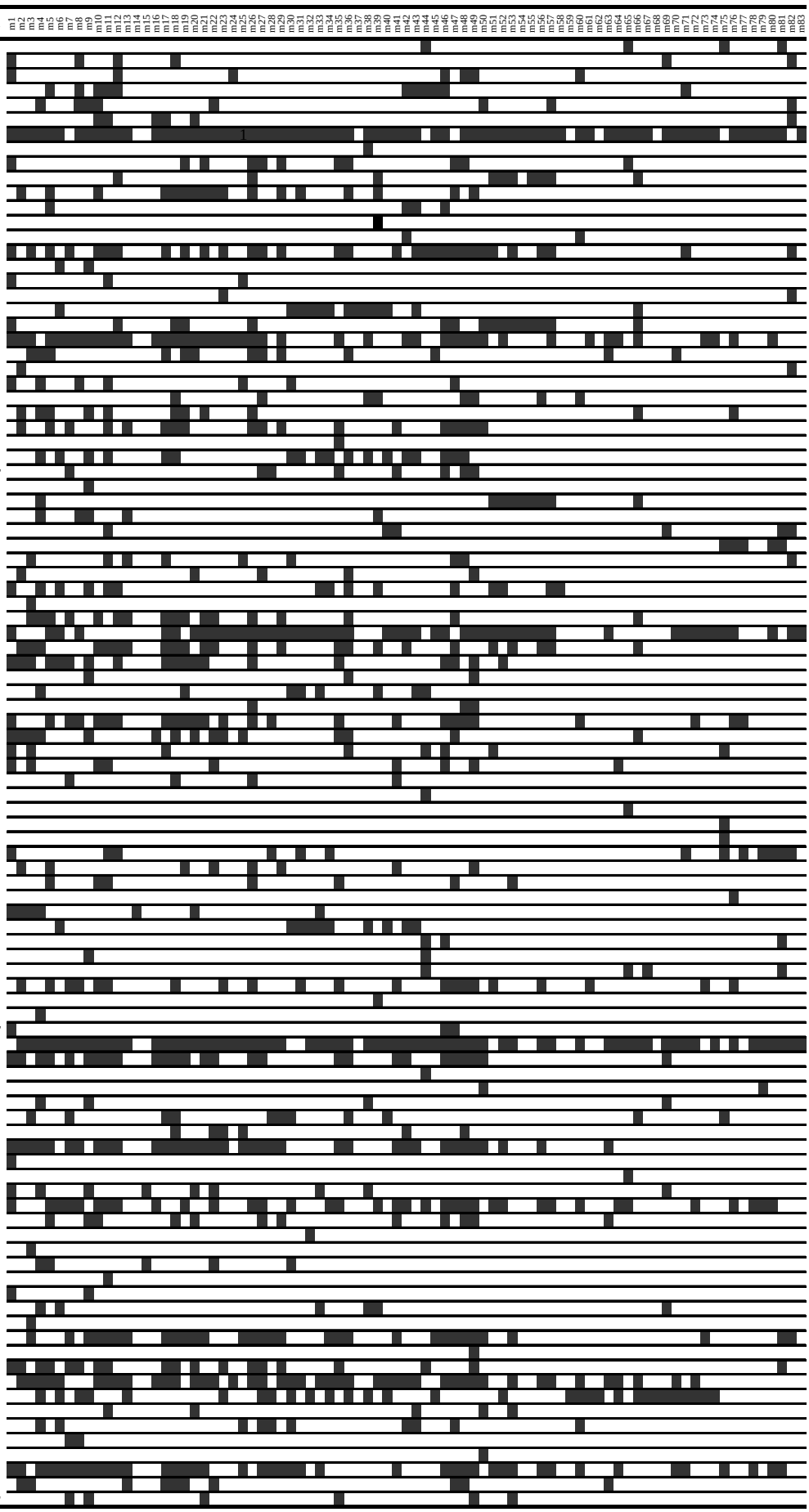
mézminta kódja a 17. táblázathoz	méz típusa	származási hely	dendrogram rövidítése	mézelő/ mézharmat növény	iktatószám	mézgyűjtő rovar; mézharmatot termelő rovar +
m1	mézharmatméz	Horváto.	HH01Cr	ismeretlen	20	*Apis mellifera* L.
m2	mézharmatméz	Olaszo. (Liguria)	HH02It	ismeretlen	30087	*Metcalfa pruinosa* Say+
m3	mézharmatméz	Olaszo. (Liguria)	HH03It	ismeretlen	21885	*Apis mellifera*
m4	mézharmatméz	Olaszo. (Trentino Alto Adige)	HH04It	ismeretlen	21887	*Apis mellifera*
m5	mézharmatméz	Olaszo. (Liguria)	HH05It	ismeretlen	30085	*Apis mellifera*
m6	mézharmatméz	Görögo.	HA17Gr	*Abies alba* Mill.	20701	*Apis mellifera*
m7	mézharmatméz	Olaszo. (Lombardia)	HH07It	ismeretlen	21883	*Apis mellifera*
m8	mézharmatméz	Olaszo. (Lazio)	HH08It	ismeretlen	21884	*Apis mellifera*
m9	mézharmatméz	Olaszo. (Friuli Venezia G)	HH09It	ismeretlen	21888	*Apis mellifera*
m10	mézharmatméz	Olaszo. (Abruzzo)	HH10It	ismeretlen	21889	*Apis mellifera*
m11	mézharmatméz	Olaszo.	HH11It	ismeretlen	20393	*Apis mellifera*
m12	mézharmatméz	Olaszo. (Piemonte)	HH12It	ismeretlen	21886	*Apis mellifera*
m13	mézharmatméz	Olaszo.	HH13It	ismeretlen	21637	*Metcalfa pruinosa+*
m14	mézharmatméz	Olaszo. (Liguria)	HH14It	ismeretlen	-	*Apis mellifera*
m15	mézharmatméz	Olaszo. (Liguria)	HH15It	ismeretlen	-	*Metcalfa pruinosa+*
m16	mézharmatméz	Olaszo. (Toscana)	HH17It	ismeretlen	21930	*Apis mellifera*
m17	mézharmatméz	Olaszo. (Toscana)	HH18It	ismeretlen	21935	*Apis mellifera*
m18	mézharmatméz	Olaszo. (Toscana)	HH19It	ismeretlen	21938	*Apis mellifera*
m19	mézharmatméz	Olaszo. (Toscana)	HH20It	ismeretlen	21959	*Apis mellifera*
m20	mézharmatméz	Olaszo. (Liguria)	HH21It	ismeretlen	30093	*Apis mellifera*
m21	mézharmatméz	Olaszo. (Liguria)	HH22It	ismeretlen	21639	*Metcalfa pruinosa+*
m22	mézharmatméz	Olaszo. (Liguria)	HH23It	ismeretlen	30080	*Metcalfa pruinosa+*
m23	mézharmatméz	Magyaro. (Keszthely)	HH24Hu	ismeretlen	-	*Apis mellifera*
m24	mézharmatméz	Magyaro. (Solymár)	HH25Hu	ismeretlen	-	*Apis mellifera*
m25	mézharmatméz	Magyaro. (Ózd)	HH26Hu	ismeretlen	-	*Apis mellifera*
m26	mézharmatméz	Horváto.	HH27Cr	ismeretlen	23	*Apis mellifera*
m27	mézharmatméz	Olaszo.	HH28It	ismeretlen	20714	*Metcalfa pruinosa+*
m28	mézharmatméz	Szlovákia	HH29Sl	ismeretlen	-	*Apis mellifera*
m29	mézharmatméz	Olaszo. (Liguria)	HA01It	*Abies alba*	21660	*Apis mellifera*
m30	mézharmatméz	Görögo.	HA02Gr	*Abies alba*	20704	*Apis mellifera*
m31	mézharmatméz	Görögo.	HA03Gr	*Abies alba*	20696	*Apis mellifera*
m32	mézharmatméz	Görögo.	HA04Gr	*Abies alba*	20698	*Apis mellifera*
m33	mézharmatméz	Görögo.	HA05Gr	*Abies alba*	20702	*Apis mellifera*
m34	mézharmatméz	Görögo.	HA06Gr	*Abies alba*	20695	*Apis mellifera*
m35	mézharmatméz	Olaszo.	HA07It	*Abies alba*	20327	*Apis mellifera*
m36	mézharmatméz	Olaszo.	HA08It	*Abies alba*	21892	*Apis mellifera*
m37	mézharmatméz	Görögo.	HA09Gr	*Abies alba*	28696	*Apis mellifera*
m38	mézharmatméz	Görögo.	HA10Gr	*Abies alba*	20697	*Apis mellifera*
m39	mézharmatméz	Olaszo. (Tusco-Emilian App.)	HA11It	*Abies alba* + *Picea excelsa* Link	-	*Apis mellifera*
m40	mézharmatméz	Görögo.	HA12Gr	*Abies* sp.	20703	*Apis mellifera*
m41	mézharmatméz	Olaszo.	HA13It	*Abies* sp.	20326	*Apis mellifera*
m42	mézharmatméz	Görögo.	HA14Gr	*Abies* sp.	20699	*Apis mellifera*
m43	mézharmatméz	Görögo.	HA15Gr	*Abies* sp.	20700	*Apis mellifera*
m44	virágméz	Dél-Afrikai k.	HA16Af	*Acacia* sp.	-	*Apis mellifera*
m45	virágméz	Olaszo. (É)	FC01It	*Castanea sativa* Mill.	-	*Apis mellifera*
m46	mézharmatméz	Olaszo.	HC01It	*Castanea sativa*	20392	*Apis mellifera*
m47	mézharmatméz	Olaszo.	HC02It	*Castanea sativa*	20406	*Apis mellifera*

16. táblázat folytatása

mézminta kódja a 17. táblázathoz	méz típusa	származási hely	dendrogram rövidítése	mézelő/ mézharmat növény	iktatószám	mézgyűjtő rovar; mézharmatot termelő rovar +
m48	mézharmatméz	Olaszo.	HC03It	*Castanea sativa*	20404	*Apis mellifera*
m49	mézharmatméz	Olaszo.	HC04It	*Castanea sativa*	20403	*Apis mellifera*
m50	mézharmatméz	Olaszo.	HC05It	*Castanea sativa*	20409	*Apis mellifera*
m51	mézharmatméz	Görögo.	HP01Gr	*Pinus brutia* L.	20692	*Apis mellifera*
m52	mézharmatméz	Görögo.	HP02Gr	*Pinus brutia*	20691	*Apis mellifera*
m53	mézharmatméz	Görögo.	HP03Gr	*Pinus brutia*	20690	*Apis mellifera*
m54	mézharmatméz	Görögo.	HP04Gr	*Pinus brutia*	20686	*Apis mellifera*
m55	mézharmatméz	Görögo.	HP05Gr	*Pinus brutia*	20682	*Apis mellifera*
m56	mézharmatméz	Görögo.	HP06Gr	*Pinus brutia*	20688	*Apis mellifera*
m57	mézharmatméz	Görögo.	HP07Gr	*Pinus brutia*	20689	*Apis mellifera*
m58	mézharmatméz	Görögo.	HP08Gr	*Pinus sp.*	20687	*Apis mellifera*
m59	virágméz	Spanyolo.(É-Ny)	FH01Sp	vegyes	-	*Apis mellifera*
m60	virágméz	Olaszo. (Alpok)	FH02It	*Rhododendron* sp.	-	*Apis mellifera*
m61	virágméz	Portugália	FH03Pt	*Rosmarinus officinalis* L.	-	*Apis mellifera*
m62	virágméz	Spanyolo.(É-Ny)	FH04Sp	*Rubus* sp.	-	*Apis mellifera*
m63	virágméz	Olaszo. (Piemonte)	FH05It	*Taraxacum officinale* Weber	-	*Apis mellifera*
m64	virágméz	Olaszo. (É)	FH06It	*Tilia* sp.	-	*Apis mellifera*
m65	virágméz	Dél-Afrikai k.	FH07Af	ismeretlen	30301	*Apis mellifera*
m66	virágméz	Új- Zéland (Pohutukawa)	FH11Uz	ismeretlen	-	*Apis mellifera*
m67	virágméz	Tanzánia	FH12Af	ismeretlen	-	*Apis mellifera*
m68	virágméz	Portugália	FH13Pt	ismeretlen	-	*Apis mellifera*
m69	virágméz	Mexikó	FH14Mx	ismeretlen	-	*Apis mellifera*
m70	virágméz	Olaszo. (Szicilia)	FH15It	*Citrus* sp.	-	*Apis mellifera*
m71	virágméz	Spanyolo. (É, part)	FH16Sp	*Eucalyptus* sp.	-	*Apis mellifera*
m72	virágméz	Olaszo. (közép)	FH17It	*Helianthus annuus* L.	-	*Apis mellifera*
m73	virágméz	Spanyolo.	FH18Sp	*Citrus* sp.	30296	*Apis mellifera*
m74	virágméz	Magyaro. (Szentkirály)	FH19Hu	*Asclepias syriaca* L.	-	*Apis mellifera*
m75	virágméz	Kuba	n	ismeretlen	-	*Melipona* sp.
m76	virágméz	Egyiptom	n	ismeretlen	-	*Apis mellifera*
m77	virágméz	Tanzánia	n	ismeretlen	-	*Apis mellifera*
m78	virágméz	Dél-Afrikai k.	n	*Citrus* sp.	-	*Apis mellifera*
m79	virágméz	Dél-Afrikai k.	n	ismeretlen	30300	*Apis mellifera*
m80	virágméz	Afrika	n	ismeretlen	10	*Apis mellifera*
m81	virágméz	Dél-Afrikai k.	n	ismeretlen	30305	*Apis mellifera*
m82	virágméz	Dél-Afrikai k.	n	ismeretlen	30302	*Apis mellifera*
m83	virágméz	Olaszo.	n	*Hedysarum coronarium* L.	-	*Apis mellifera*

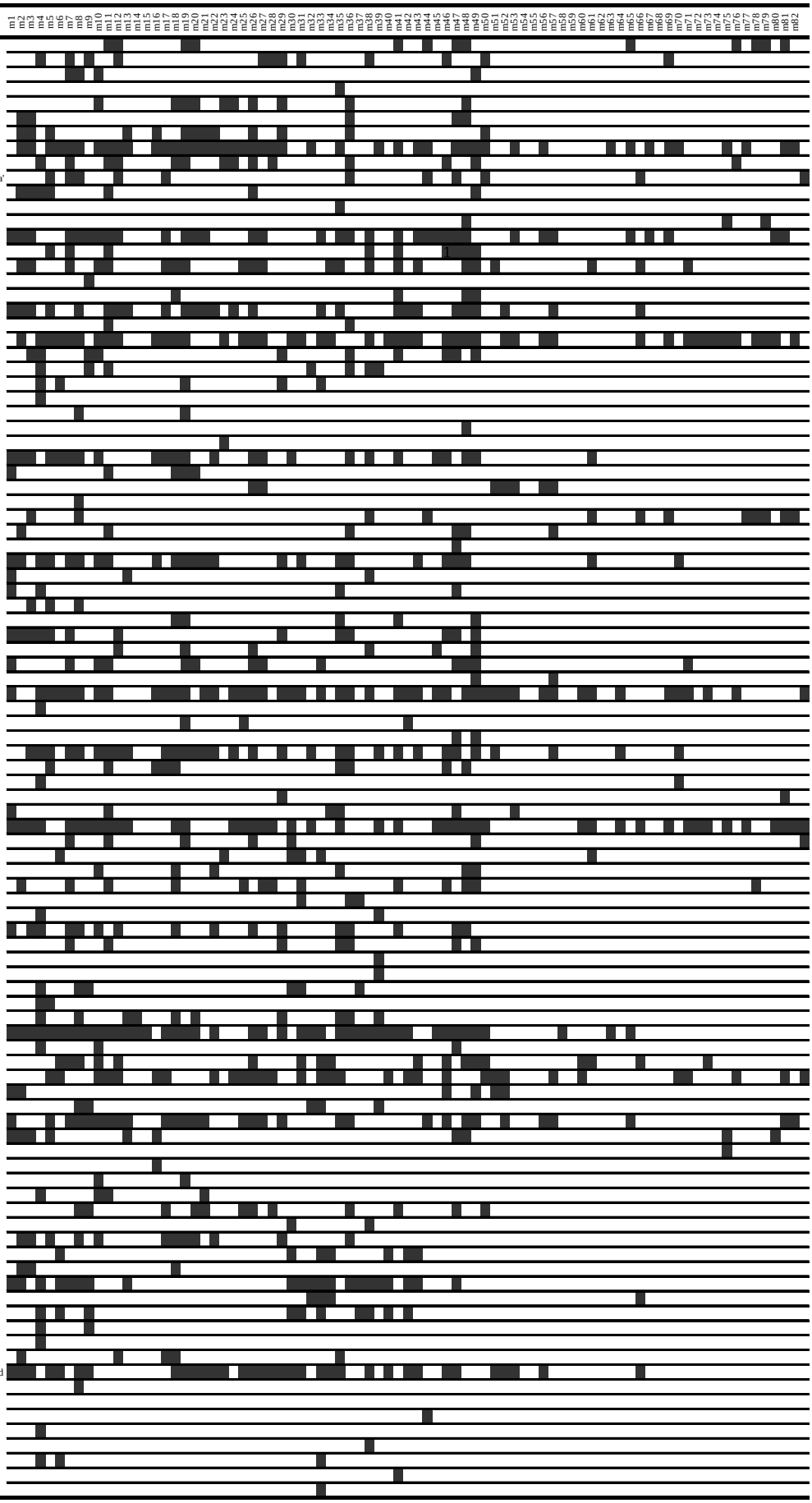
17.táblázat: A mézminták fajösszetétele. A pozitív mintákat fekete négyszög jelzi. A mézminta kódját a 16. táblázat (2. sz. melléklet) tartalmazza.

mézminta kódja	ábra
Acroconidiella tropaeoli (T. E. T. Bond) J. C. Lindq. & Alippi	
Acrodictys sp.	
Aglaospora profusa (Fr.) De Not.	
Agrocybe sp.	
Albugo sp.	
Alternaria alternata (Fr.) Keissl.- típus	
Alternaria sp.	
Ampulliferina persimplex B. Sutton	
Anellophora sp.?	16e
Antennatula sp.	19z-e'
Anthostomella/Herpotrichella spp.	
Anthracoidea sp.	11i
Arachnophora sp.	
Arthrinium cuspidatum (Cooke & Harkn.) Höhn.	
Arthrinium sp.	
Articulospora sp.	
Ascobolus sp.	13w
Aspergillus/Penicillium spp.	
Atichia spp.	
Aureobasidium pullulans (de Bary) Arnaud ex Ciferri	
Basidiomycetes	
Belemnospora verrucosa P.M. Kirk	
Beltrania rhombica Penz.	
Bipolaris sp.	
Bipolaris spicifera (Bainier) Subram.	
Boletus sp.	
Botrytis sp.	
Bovista sp.	
Caloplaca sp.	
Camarosporium sp. ?	17 i'-n'
Camposporium sp	
Capnobotrys sp.	
Ceratosporium cornutum Matsush.	
Cercospora sp.	
Cerebella andropogonis Ces.	17g-j
Chaetomium sp.	
Chaetosphaerella sp.	
Cheiromycella microscopica (P. Karst.) S. Hughes	
Cladosporium ? *aecidiicola* M.B. Ellis -típus	
Cladosporium phlei (C.T. Greg.) G.A. de Vries	
Cladosporium spp.	
Clasterosporium sp.?	
Clypeosphaeria notarisii Fuckel	
Colletotrichum sp.	
Coniosporium sp.	
Coprinus ? *niveus* (Pers.) Fr.	
Coprinus sp.	
Cortynarius sp.	
Corynespora spp.?	
Coryneum sp.	
Cucurbitaria sp.	
Curvularia brachyspora Boedijn	18v
Curvularia catenulata S.M. Reddy & Bilgrami	
Curvularia geniculata (Tracy & Earle) Boedijn	
Curvularia leonensis M.B. Ellis	
Curvularia spp.	
Dendryphion digitatum Subram.	20a-g
Diapleella clivensis ? (Berk. & Broome) Munk.	
Diatrypaceae	
Dicranidion sp.	
Dictyopolyschaema pirozynskii M.B. Ellis	14v-x
Dictyosporium toruloides (Corda) Guég.	20i-k
Diplocladiella scalaroides G. Arnaud ex M.B. Ellis	20l
Diplodia frumenti Ellis & Everh.	15e"
Diplodia spp.	
Dwayaangam dichotoma Nawawi	
Dwayangaam sp.	
Endophragmia bisby B. Sutton	15b'-d'
Epicoccum nigrum Link	
Excipularia fusispora (Berk. & Broome) Sacc.	
Excipularia narsapurensis Subram.	16j
Exserohilum sp.	18r,w
Flabellospora sp.	
Fusarium spp. (makrokonídium)	
Fusicladium sp.	
Ganoderma sp.	
Gyoerffyella myrmecophagiformis Melnik & Dudka	
Helicogermslita sp.	13v
Helicosporium sp.	
Helminthosporium/Drechslera	
Hypoxylon fuscum (Pers.) Fr. ?	13j-m
Isthmolongispora ampulliformis (Tubaki) de Hoog & Hennebert	
Isthmospora spinosa F. L. Stevens	
Isthmotricladia sp.	
Lactarius/Russula sp.	
Lasiosphaeria spp.	
Lemonniera sp.	
Leptosphaeria pleurospora Niessl	
Leptosphaeria spp.	
Leptosphaeria thurgoviensis E. Müll.	
Lophiostoma vicinum Sacc.	
Melampsoridium/Cronartium/Melampsora spp.	11.a-e
Metschnikowia reukaufii Pitt et Miller	
Microbotryum reticulatum (Liro) R. Bauer & Oberw.	
Microbotryum violaceum (Pers.) G. Deml & Oberw.	
Mycocentrospora sp.	
Mycosphaerella sp.	
Myxomycetes	
Nakataea sigmoidea (Cavara) Hara	
Neohendersonia kickxii (Westend.) B. Sutton & Pollack	15q'-u'



17.táblázat folytatása

mézminta kódja		m1 m2 m3 m4 m5 m6 m7 m8 m9 m10 m11 m12 m13 m14 m15 m16 m17 m18 m19 m20 m21 m22 m23 m24 m25 m26 m27 m28 m29 m30 m31 m32 m33 m34 m35 m36 m37 m38 m39 m40 m41 m42 m43 m44 m45 m46 m47 m48 m49 m50 m51 m52 m53 m54 m55 m56 m57 m58 m59 m60 m61 m62 m63 m64 m65 m66 m67 m68 m69 m70 m71 m72 m73 m74 m75 m76 m77 m78 m79 m80 m81 m82
Nigrospora sp.		
Oidium sp.		
Oncopodiella trigonella (Sacc.) Rifai		
Ovulariopsis sp.		
Paraphaeosphaeria michotii (Westend.) O.E. Erikss.		
Parapyricularia sp.?		
Passalora sp.		
Periconia sp.		
Peronosporaceae -típusú sporangium		
Pestalotiopsis spp.	21u,z,a'	
Pestalotiopsis stevensonii (Peck) Nag Raj		
Phragmidium sp.		
Pithomyces cynodontis M.B. Ellis ??		
Pithomyces chartarum (Berk. & M.A. Curtis) M.B. Ellis		
Pleospora rubelloides (Plowr. ex Cooke) J.Webster		
Pleospora sp.		
Pollaccia elegans Servazzi	15g-i	
Pollaccia sp.	15j,k	
Polythrincium trifolii Speg.		
Puccinia spp. (teliospora)		
Puccinia spp. (uredospóra)		
Rebentischia unicaudata (Berk. & Broome) Sacc.	13q	
Retiarius bovicornutus D.L. Olivier		
Retiarius /Trinacrium spp.		
Rhynchosporium sp.		
Sarcostroma arbuti (Bonar) Nag Raj	21m,n	
Scopinella sp.		
Scopulariopsis sp.		
Seimatosporium lichenicola (Corda) Shoemaker & E. Müll. ??	21g-l	
Seimatosporium sp.		
Sirosporium/Acrodictys sp.	19d-j	
Sordaria sp.		
Spegazzinia sp.	14a-d	
Sphaeropsis sp. (barna típus)		
Sphaeropsis sp. (hialin típus)		
Spilocaea spp.		
Splachnonema spp.		
Sporidesmiella hyalosperma (Corda) P.M. Kirk	18u	
Sporidesmium brachypus (Ellis & Everh.) S. Hughes	16a-d	
Sporidesmium leptosporum (Sacc. & Roum.) S. Hughes		
Sporidesmium spp.		
Sporormiella sp.		
Stachybotrys sp.		
Stemphylium solani Weber		
Stemphylium spp.		
Stenellopsis fagraeae B. Huguenin		
Stigmina pallida (Ellis & Everh.) M.B. Ellis ??		
Taeniolella breviuscula (Berk. & M.A. Curtis) S. Hughes ??		
Taeniolella sp.		
Telephoraceae		
Teloschistes/Xanthoria sp.		
Tetraploa aristata Berk. & Broome	20m-p	
Tilletia sp.		
Torula sp.		
Tranzscheliella hypodytes (Schltdl.) Vánky & McKenzie		
Tranzscheliella williamsii (Griffiths) Dingley & Versluys	11j-n	
Triadelphia heterospora Shearer & J.L. Crane	15s-a'	
Triadelphia uniseptata (Berk. et Br.) P.M. Kirk	15n-r	
Tricellula sp.		
Trifurcospora sp.		
Trimmatostroma salicis Corda	19g'-j'	
Trimmatostroma scutellare (Berk. & Broome) M.B. Ellis		
Trinacrium gracile Matsush.		
Trinacrium robustum Tzean & J.L. Chen		
Trinacrium sp.		
Trinacrium subtile Riess		
Tripospermum camelopardus Ingold, Dann & P.J. McDougall		
Tripospermum spp.		
Urocystis sp.		
Ustilago bromivora (L.-R. & C. Tul.) A.A. Fisch. Waldh.		
Ustilago sp.		
Valsaria insitiva (Tode) Ces. & De Not. ??		
Varicosporium elodeae W. Kegel		
Xylariaceae	13u	
Zygophiala jamaicensis E.W. Mason.	14h-t	
Zygosporium geminatum S. Hughes	14u	
Zygosporium masonii S. Hughes ?		
ismeretlen Ascomycetes (*Nectria* ?)		
ismeretlen Ascomycetes (*Venturia* ?)		
ismeretlen Dematiaceae (Drechslera sp.?)		
ismeretlen helicosporae 1.		
ismeretlen phaeoamerosporae (*Mammaria* ?)	16y-j'	
ismeretlen phaeoamerosporae 1.		
ismeretlen phaeodidymae 2.	12x',y'	
ismeretlen scolecosporae 1.		
ismeretlen scolecosporae 2.		
ismeretlen scolecosporae 3.		
ismeretlen scolecosporae 4.		
ismeretlen scolecosporae 5.		
ismeretlen scolecosporae 6.		
ismeretlen spóra (*Atichia* sp.?)	30b,c,d	
ismeretlen staurosporae 1.		
ismeretlen staurosporae 2.		
ismeretlen staurosporae 3.		
ismeretlen staurosporae 4.		
ismeretlen staurosporae 5.		
ismeretlen staurosporae 6.		
ismeretlen staurosporae 7.		
ismeretlen staurosporae 8.		



18. táblázat: A fatörzsről lecsorgó vízminták eredetére vonatkozó adatok. n= statisztikai feldolgozásban nem szerepel.

vízminta kódja a 19. táblázathoz	**növényfaj**	**dendrogram rövidítése**
v1	*Aesculus hippocastanum* L.	SF01Hu
v2	*Chamaecyparis lawsoniana* (Murr.) Parl.	SF02Hu
v3	*Celtis occidentalis* L.	SF03Hu
v4	*Cercis siliquastrum* L.	SF04Hu
v5	*Crataegus monogyna* Jacq.	SF05Hu
v6	*Elaeagnus angustifolia* L. 1	SF06Hu
v7	*Elaeagnus angustifolia* L. 2	n
v8	*Elaeagnus angustifolia* L. 3	n
v9	*Fraxinus excelsior* L.	SF07Hu
v10	*Malus domestica* Borkh.	SF08Hu
v11	*Sophora japonica* L.	SF09Hu
v12	*Ulmus minor* Mill.	SF10Hu
v13	*Acer saccharinum* L.	n
v14	*Populus nigra* subsp. *pyramidalis* (Salisb.) Celak.	n
v15	*Morus nigra* L.	n
v16	*Gymnocladus dioica* (L.) K. Koch.	n
v17	*Acer platanoides* L. 1	n
v18	*Acer platanoides* L. 2.	n
v19	*Padus avium* Mill.	n
v20	*Carpinus betulus* L.	n
v21	*Taxus baccata* L.	n
v22	*Acer negundo* L.	n
v23	*Sambucus nigra* L.	n
v24	*Betula pendula* Roth.	n

19. táblázat: A fatörzsről lecsorgó vízminták fajösszetétele (1!=sok 1/= kevés). A minták kódját a 18. táblázat (2. sz. melléklet) tartalmazza.

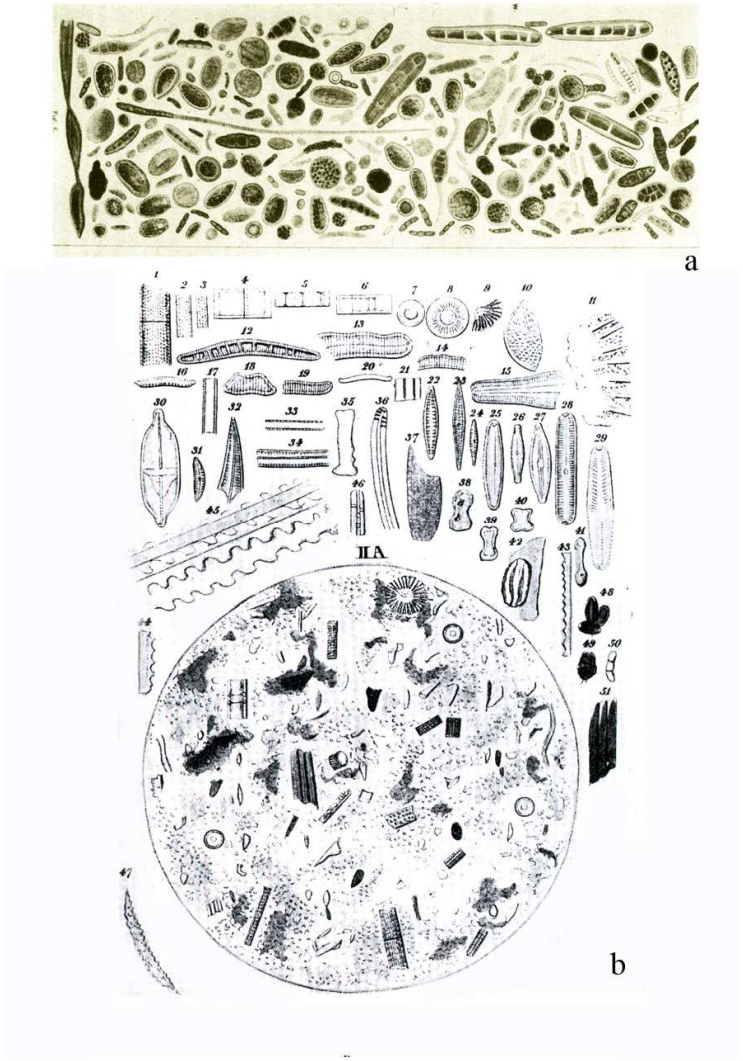
vízminta kódja	ábra	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15	v16	v17	v18	v19	v20	v21	v22	v23	v24
Alternaria sp.		1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1/	1!	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Acrodyctis sp.?		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anquillospora furtiva Descals/*longissima* (Sacc. & P. Syd.) Ingold		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Arborispora paupera Marvanová & Bärl	28a	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arxiella terrestris Papendorf	28g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Basidiomycetes		0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1!	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Bipolaris sp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Botrytis sp.		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Brachydesmiella biseptata G. Arnaud ex S. Hughes	15p'	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camposporium ontariense Matsush.	15n',o'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cephaliophora muscicola Barron, Morikawa & Saikawa	28b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Chaetomium sp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Chaetosphaerella sp.		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cladosporium sp.		1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
Colletotrichum sp.		0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Copriunus sp.		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Cucurbitaria sp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Culicidispora sp.?		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diplodia spp.		0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
Dwayaangam dichotoma Nawawi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entomophtora sp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epicoccum nigrum Link		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
Excipularia fusispora (Berk. & Broome) Sacc.	16k-r	1	0	1	1!	0	1	1	1	1/	1/	1/	1!	1	1	0	0	1	1	1!	1	1	1	1	0
Exserohilum sp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Fusarium equiseti (Corda) Sacc. -típus		0	0	0	0	0	1	1!	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fusarium spp. (makrokonídium)		0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1!	0	1	1	0	1	0	0	1	1!	1
Ganoderma sp.		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helicomyces sp.		0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helminthosporium /Drechslera spp.		1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Isthmolongispora ampulliformis (Tubaki) de Hoog & Hennebert	28d,e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Isthmolongispora minima Matsush.	28f	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Isthmotricladia sp.		0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lemonniera sp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptosphaeria spp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Melanospora/Corynascus sp.		0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Melogramma spiniferum (Wallr.) De Not.		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Menispora tortuosa Fresen	28s	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myxomycetes		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oidium sp.		0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oncopodiella hungarica Révay	15m'	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oncopodiella trigonella (Sacc.) Rifai	15e'-j'	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oncopodiella sp.	15 k',l':	0	1	0	1!	0	1	1	1	0	0	1/	1	1	1!	0	0	1	0	1!	0	1	1	0	0
Pestalotiopsis spp.	21v,w	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pithomyces chartarum (Berk. & M. A. Curtis) M. B. Ellis		0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Pleospora spp.		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polystigmina sp.		0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudovalsa sp.?		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Puccinia spp. (uredospóra)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Rebentischia unicaudata (Berk. & Broome) Sacc.	13n-p	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
Retiarius bovicornutus D.L. Olivier	28n	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Seimatosporium sp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Sporidesmiella brachysporioides T.Y. Zhang & W.B. Kendrick		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Sporidesmium leptosporum (Sacc. & Roum.) S. Hughes	16f-i	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1!	1	0	0	0	1	0	0
Sporidesmium spp.		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stemphylium sp.		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Taeniolella sp.		0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
Tetracladium sp.	28c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Titaea complexa K. Matsush. & Matsus.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Triadelphia heterospora Shearer & J.L. Crane		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Triadelphia uniseptata (Berk. et Br.) P.M. Kirk		0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1!	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Tricellula sp.	28m	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tricladium castaneicola B. Sutton	28 h	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Trifurcospora sp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
Trinacrium gracile Matsush.		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trinacrium incurvum Matsush.		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trinacrium robustum Tzean & J.L. Chen	28p,q	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Trinacrium subtile Riess		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trinacrium sp. 1. (cf.: Gönczöl and Révay (2000) fig. 8.)	28i,j	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Trinacrium sp. 2. (cf.: Gönczöl and Révay (2000) fig. 5.)		1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Trinacrium spp.	28r	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1
Tripospermum cameloparduss Ingold, Dann & P. J. McDougall		0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tripospermum spp.		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1!	0	1	0	0	0
Ustilago tritici/nuda		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xylariaceae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Zetiasplozna thumenii (Spegazzini) Nag Raj	28t-v	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ismeretleneretlen Dematiaceae (Drechslera sp.?)		0	0	1!	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
ismeretlen helicosporae 2.	28k	0	0	0	0	1!	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ismeretlen hyaloamerosporae 1.		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ismeretlen hyaloamerosporae 2.		0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ismeretlen hyaloamerosporae 3.		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ismeretlen hyalodidymae		0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
ismeretlen hyalophragmoasporae		0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ismeretlen phaeophragmosporae 1.		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ismeretlen phaeophragmosporae 2.		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ismeretlen scolecosporae 5.		0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ismeretlen scolecosporae 7.	21o',p'	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ismeretlen scolecosporae 8.		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ismeretlen scolecosporae 9.		0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ismeretlen staurosporae 10. (cf.: Gönczöl and Révay (2000) fig. 13.)	28l	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ismeretlen staurosporae 11. (cf.: Gönczöl and Révay (2000) fig. 21.)		0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1!	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ismeretlen staurosporae 12. (cf.: Gönczöl and Révay (2000) fig. 20.)		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ismeretlen staurosporae 13.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ismeretlen staurosporae 14.		0	0	0	0	1!	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ismeretlen staurosporae 9.		0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

20. táblázat: A Beaufort-skála

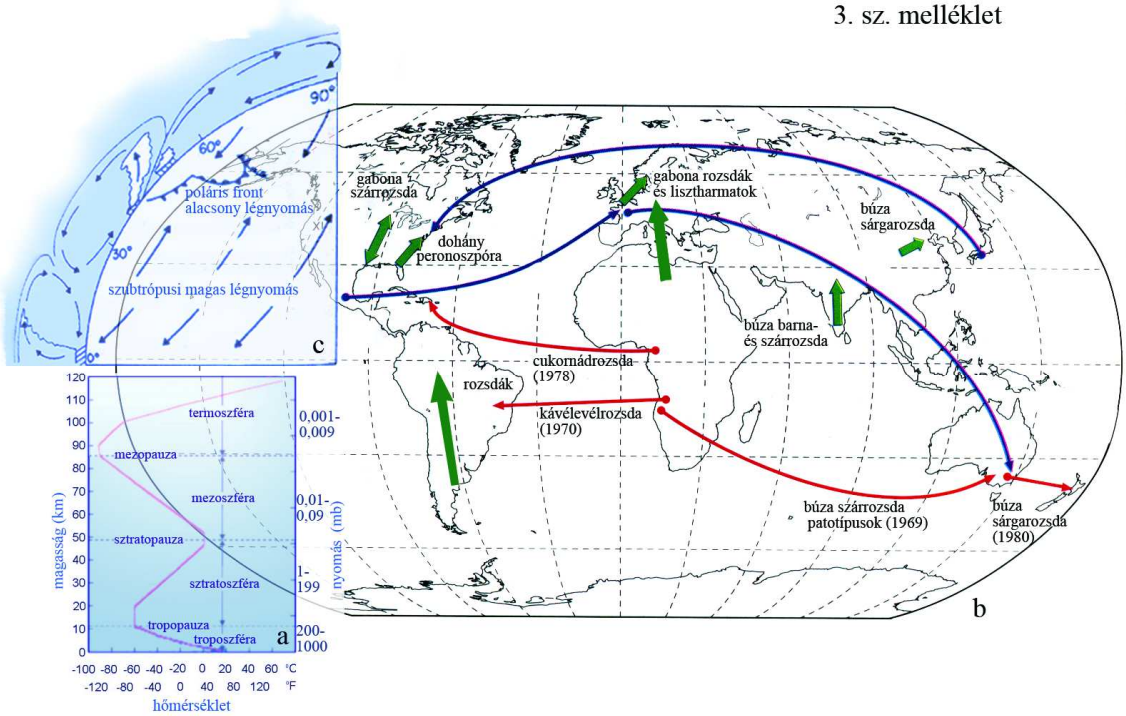
Szélsebesség		**Beaufort-skála**	
m/sec	**km/h**		
0 – 0,5	0 – 2	0	szélcsend
0,6 – 1,7	2,1 – 6	1	szellő
1,8 – 3,3	6,5 – 12	2	könnyű szellő
3,4 – 5,2	12,2 – 18,5	3	gyenge szél
5,3 – 7,4	19 – 26,5	4	mérsékelt szél
7,5 – 9,8	27 – 35	5	élénk szél
9,9 – 12,4	35,5 – 44,5	6	erős szél
12,5 – 15,2	45 – 54,5	7	igen erős szél
15,3 – 18,2	55 – 65,5	8	viharos szél
18,3 – 21,5	65,8 – 77,5	9	vihar
21,6 -25,2	77,6 -90,72	10	szélvihar
25,2<	90,72 <	11	orkán

3 .sz. melléklet

ÁBRÁK



1.ábra: a: CUNNUNGHAM (1873) és b: DARWIN (1951) levegőmintái. További magyarázat a szövegben található.

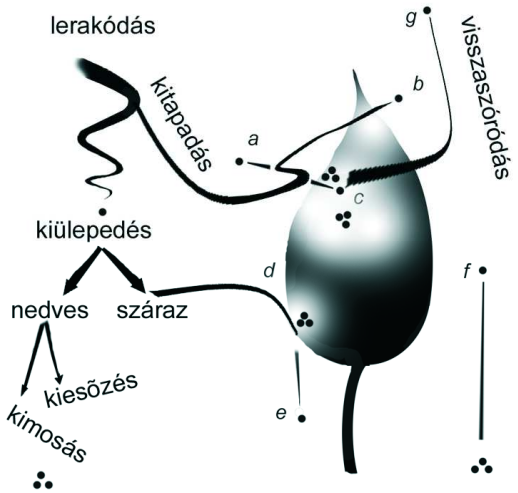


2. ábra: a: az atmoszféra felosztása a magassági rétegeket jellemző hőmérséklet alapján.
b: Légköri fertőzési útvonalak Brown és HovmØller (2002) szerint. c: Az általános légkörzés.

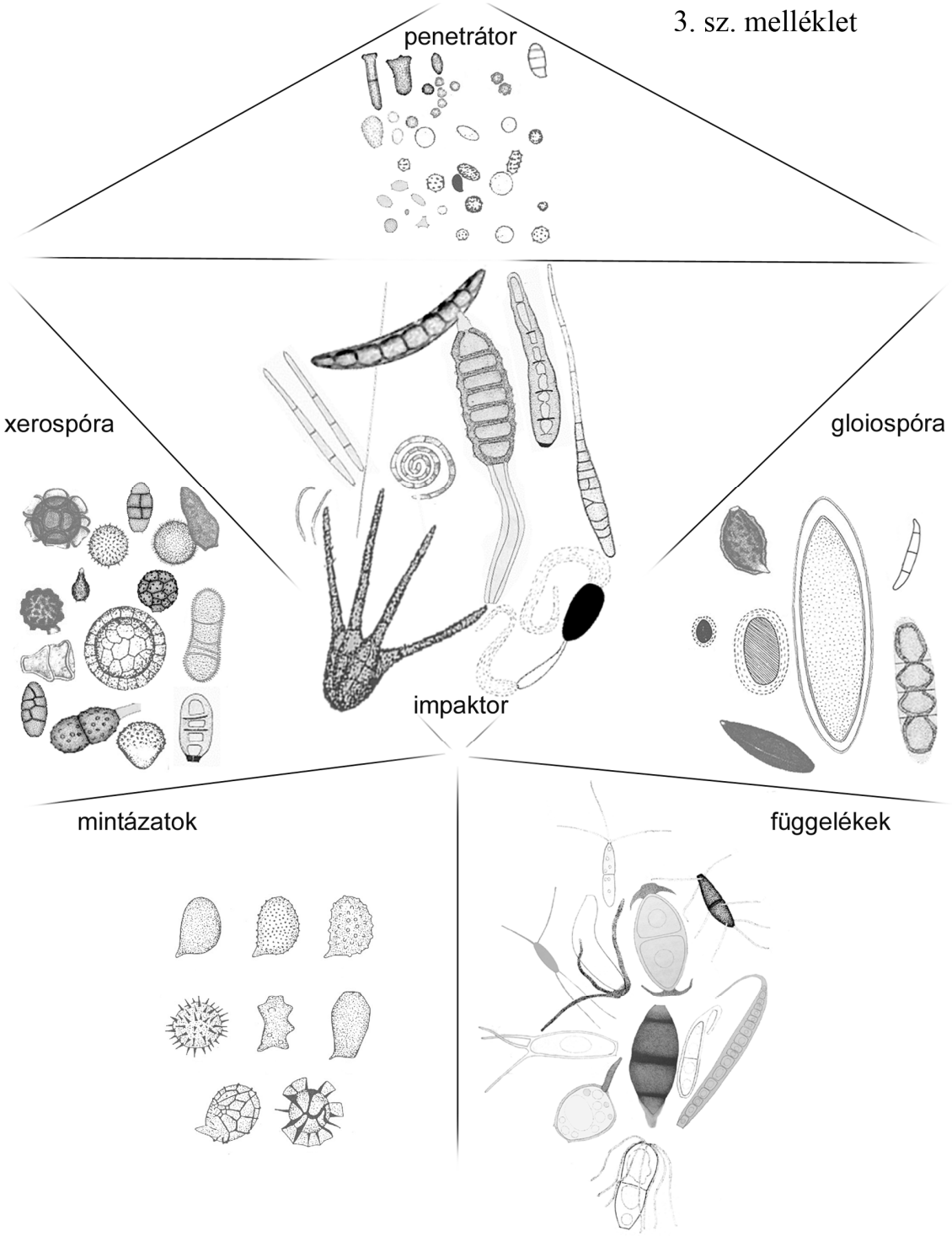
rendszeresen megújuló fertőzési útvonalak,

szélessávú LDD,

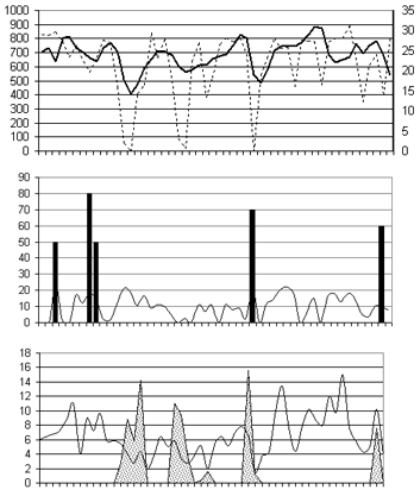
fertőzött növényekkel behurcolt, majd levegővel továbbterjet kórokozók.



3. ábra: A kiülepedés és a visszaszóródás típusai. (a képen látható betűjelzések: a-tól d-ig: kiülepedés. a: levéllemezről visszapattanó spórák, b: elkerülő légáramlattal továbbsodródó, c: kitapadt, és d: kiülepedett spórák. e-től g-ig: visszaszóródás. e: hámlással, f: talajról és g: levélfelszínről.



4. ábra: Spóratípusok osztályozása, Gregory (1961), Mason (1937) és Nag Raj (1993) művei alapján.

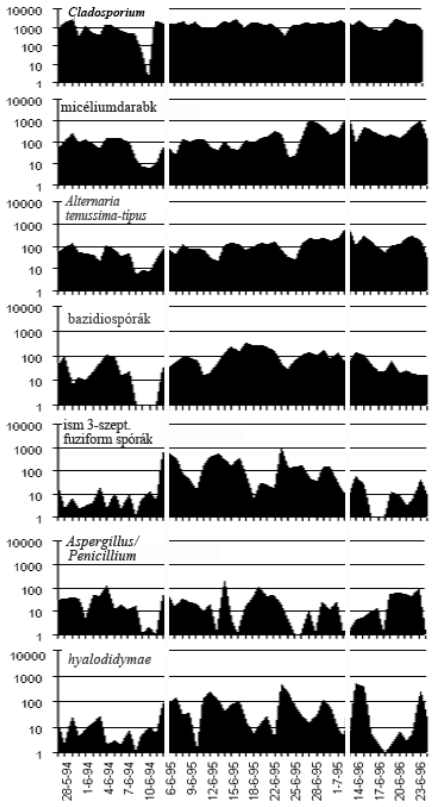


napsütéses órák száma.
Tmax

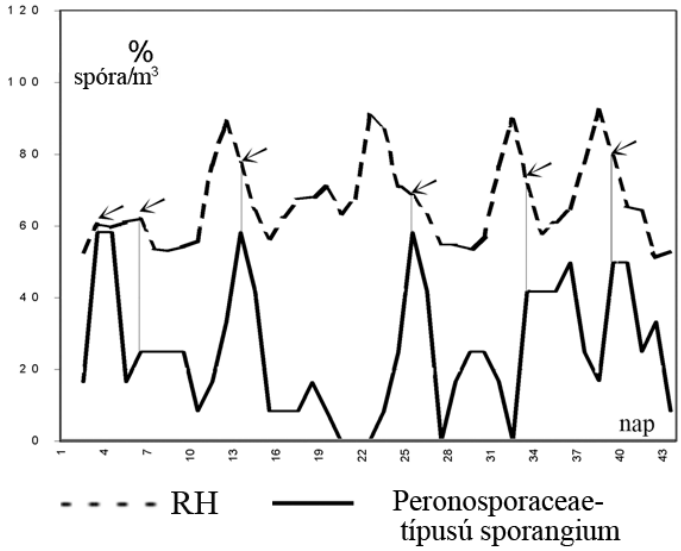
szélsebesség
széllökések

csapadék
párolgás

7. ábra: A főbb időjárási tényezők változása (Brufa 1994-1996)



8. ábra: A leggyakoribb spóratípusok koncentráció – dinamikája (Brufa 1994-1996)



9. ábra: A Peronosporaceae- típusú sporangiumok légköri koncentrációja és a RH változása közötti összefüggés. A nyilak a RH csökkenésének középső pontját jelzik, melyek egybeesnek a spórakoncentráció csúcsértékeivel (Ormelle 1996).

3. sz. melléklet

11. ábra:

a-e*:Melampsoridium* spp.,
f-h: *Tilletia* sp.,
i: *Anthracoidea* sp.,
j-n: *Tranzscheliella williamsii*,
o-q: *Ustilago bromivora*,
r,s: *Tranzscheliella hypodytes*,
t: *Ustilago tritici*/ *U. nuda*,
u: *Microbotryum* sp.,
v: *Microbotryum reticulatum*,
w-e': *Urocystis* spp.,
f'-h'. *Badhamia* sp. (spórahalmaz).

12. ábra:

a,b: *Cortinarius* sp.,
c: *Ganoderma*,
d,e: *Inocybe* sp.,
f: *Telephoraceae*,
g-J: *Coprinus*,
k: *Chaetomium murorum*,
l-v: *Leptosphaeria* spp.,
w: *Paraphaeosphaeria michotii*,
x,y: *Pleospora oblongata*,
z-g': *Pleospora* sp.,
h': *Ophiobolus acuminatus*,
i': *Teloschistes*/*Xanthoria* sp.,
j'-m': *Pleospora rubelloides*,
n'-p': *Caloplaca* spp.,
q': *Podospora* sp.?,
r': *Heptameria uncinata*,
s'-v': *Clypeosphaeria notarisii*,
w': *Lepteutypa* sp.,
x',y': ismeretlen gombaelem 2.,
z': *Lophiostoma vicinum*.

13. ábra:

a-c: *Aglaospora profusa*,
d. *Sporormiella* sp.,
e-h: *Xylariaceae* (terjedési egységek),
i: *Anthostomella*/*Herpotrichella* sp.,
(h,i: de Bary-féle gázzárványok),
j-m: *Hypoxylon fuscum*?,
n-r: *Rebentischia unicaudata*,
s,t: *Diapleella clivensis*?,
u: *Xylariaceae*,
v: *Helicogermslita* sp.,
w,x: *Ascobolus* spp.,
y-a': *Delitschia* sp.,
h'-c': *Splanchnonema quercicola*,
(h': valószínűleg visszaszóródásból származó spóra).

14. ábra:

a-d: *Spegazzinia* sp.,
e,f: *Arthrinium cuspidatum*,
g: *Arthrinium luzulae*,
h-t: *Zygophiala jamaicensis*,
u: *Zygosporium geminatum*,
v-x: *Dictyopolyschaema pirozynskii*.

15. ábra:

a-f: *Belemnospora verrucosa*,
g-i: *Pollaccia elegans*,
j,k: *Pollaccia* sp.,
l: *Spilocaea* spp.,
m: *Fusicladium* sp.,
n-r: *Triadelphia uniseptata*,
s-a': *Triadelphia heterospora*,
b'-d': *Endophragmia bisby*,
e'-j': *Oncopodiella trigonella*,
(e',f',g',j': csírázó konídiumok),
k',l': *Oncopodiella* sp.,
m': *Oncopodiella hungarica*,
n',o': *Camposporium ontariense*,
p': *Brachydesmiella biseptata*,
q'-w': *Neohendersonia kickxii*,
x'-d": *Diplodia* spp.,
e": *Diplodia frumenti*.

16. ábra:

a-d: *Sporidesmium brachypus*,
e: *Anellophora* sp.?,
f-i: *Sporidesmium leptosporum*,
j: *Excipularia narsapurensis*,
k-r: *Excipularia fusispora*,
s-w: *Deightoniella arundinacea*,
x: *Beltrania rhombica*,
y-j': ismeretlen phaeoamerosporae (*Mammaria*?)

17. ábra:

a-f: *Polythrincium trifolii*
(a-d,f:ép, e: kiszáradt konídium),
g-j: *Cerebella andropogonis*,
k-m: *Stigmina pallida* ??,
n-r: *Stemphylium* sp.,
s-b': *Schroeteria delastrina*,
c'-h': *Pithomyces* spp.
(c': ép, h': kiszáradt *Pithomyces chartarum*,
f': fejletlen konídium),
i'-n': *Camarosporium* sp. ?

18. ábra:

a-g: *Coryneum* spp.,
h: *Sporidesmium valdivianum*,
i: *Bactrodesmium spilomeum*,
j,k: *Bipolaris spicifera*,
l,m: *Bipolaris* spp.,
n,o: *Drechslera biseptata*,
p,q: *Helminthosporium/Drechslera* spp.,
r: *Exserohilum* sp.,
s,t: ismeretlen *Dematiaceae* (*Drechslera* sp.?),
u: *Sporidesmiella hyalosperma*,
v: *Curvularia brachyspora*,
w: *Exserohilum* sp.,
z: *Dendryphion nanum*.

19. ábra:

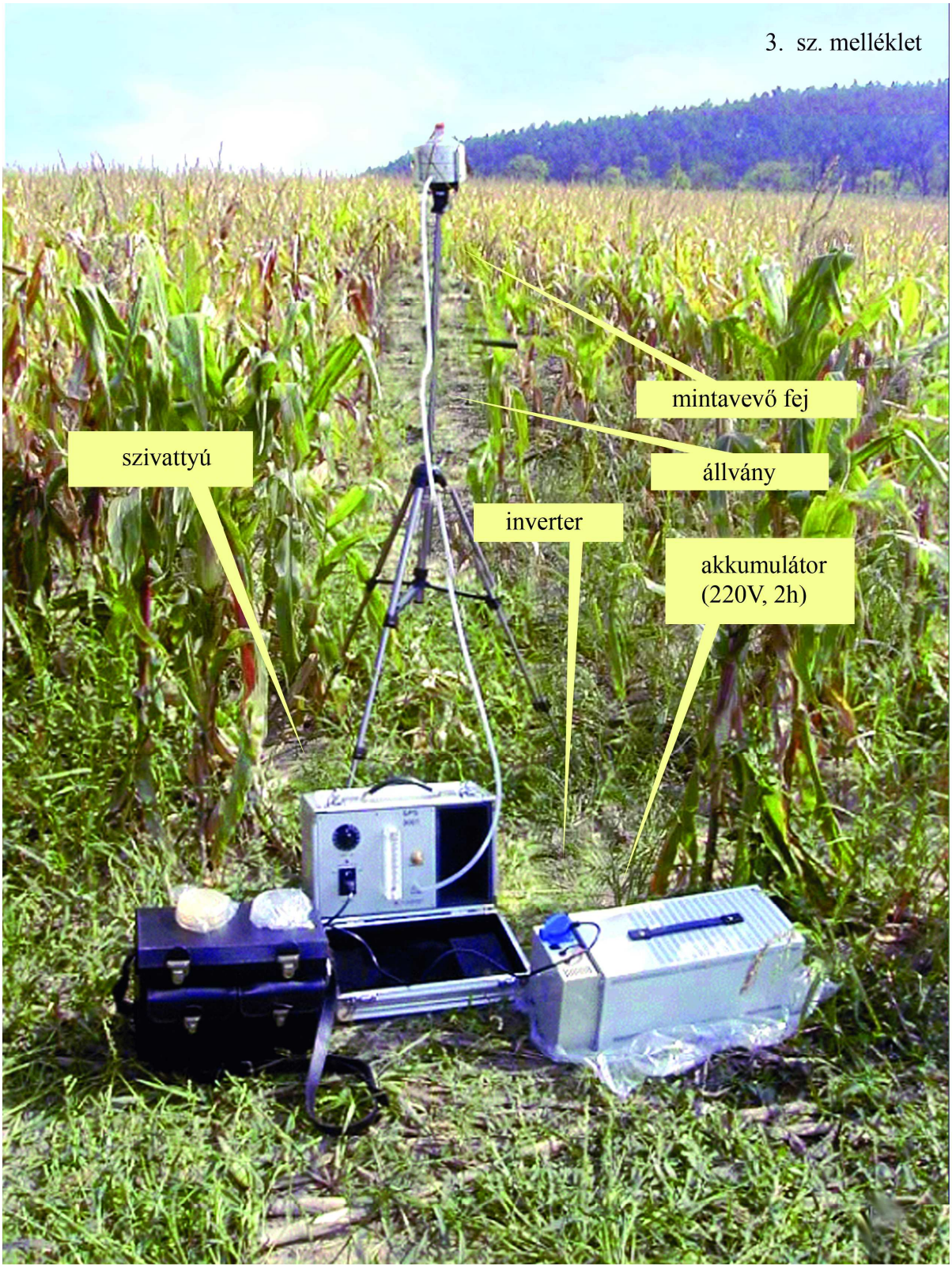
a-j: *Sirosporium/Acrodictys* sp.,
k: *Epicoccum nigrum*,
l: *Dictyoarthrinium sacchari*,
m-p: *Torula* sp.,
q-y: *Ampulliferina persimplex*,
z-e': *Antennatula* sp.,
f'-j': *Trimmatostroma salicis*.

20. ábra:

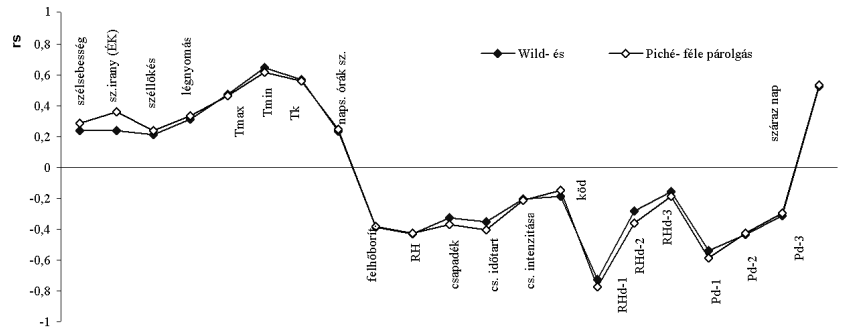
a-h: *Dendryphion digitatum*,
i-k: *Dictyosporium toruloides*,
l: *Diplocladiella scalaroides*,
m: *Triposporium elegans*,
n-p: *Tetraploa* spp.

21. ábra:

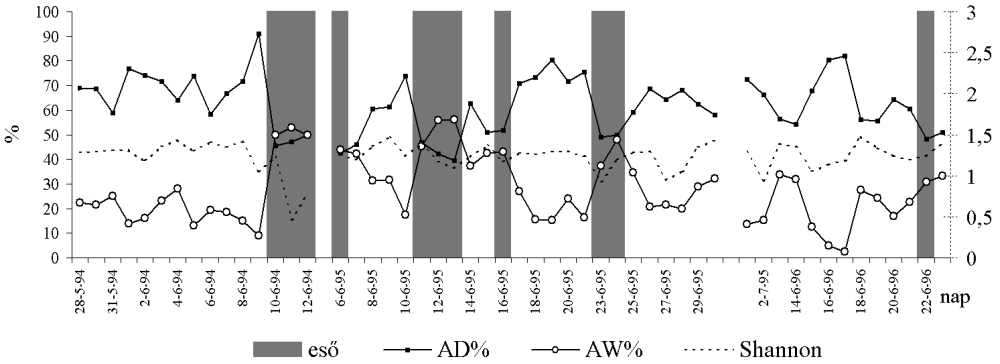
a-f: ismeretlen Dematiaceae 1.,
g-l: *Seimatosporium lichenicola* ??,
m,n: *Sarcostroma arbuti*,
o-l: *Oidium* spp.,
u-b': *Pestalotiopsis* spp.,
c'-h': ismeretlen spórák (3 szeptumos, hialin, fuziform spórák),
i'-k': nedves légköri elemek egyszerű heterogén aggregátumai,
l': *Fusarium verticillioides* (mikrokonídium lánc),
m',n': *Fusarium equiseti* (makrokonídium),
o',p': ismeretlen scolecosporae 7.



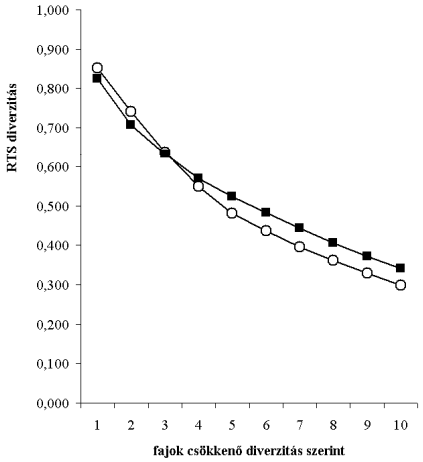
22. ábra: Az Andersen-típusú spóracsapda szabadföldi vizsgálatra átalakított változata



25. ábra: A Wild és a Piché-féle párolgás összefüggései más meteorológiai változókkal a Spearman-féle rangkorreláció koefficienseivel (rs) kifejezve.



26. ábra: A Shannon-féle biodiverzitás alakulása a csapadékos és száraz napokon. Az ábrán a száraz időjárás hatására kialakuló fajegyüttes (AD) és a nedves időjárás hatására megjelenő taxonok (AW) relatív gyakorisága (%) is fel van tüntetve.



		W			D	
1	ism 3 szept fuziform sp	RTS $_W$(1)	0,852	micéliumdarabkák	RTS $_D$(1)	0,825
2	hyalodidymosp	RTS $_W$(2)	0,741	*Cladosporium* spp.	RTS $_D$(2)	0,706
3	*Cladosporium* spp.	RTS $_W$(3)	0,638	bazidiospórák	RTS $_D$(3)	0,633
4	micéliumdarabkák	RTS $_W$(4)	0,548	*Alternaria tenuissima* -típus	RTS $_D$(4)	0,569
5	*Pleospora* spp.	RTS $_W$(5)	0,480	*Tranzscheliella hypodytes*	RTS $_D$(5)	0,522
6	*Alternaria tenuissima* -típus	RTS $_W$(6)	0,437	*Ustilago tritici / U. nuda*	RTS $_D$(6)	0,482
7	*Didymella* spp.	RTS $_W$(7)	0,396	*Puccinia* spp. (uredosp)	RTS $_D$(7)	0,444
8	Diatrypaceae	RTS $_W$(8)	0,361	ism 3 szept fuziform sp	RTS $_D$(8)	0,406
9	*Ustilago tritici/ U. nuda*	RTS $_W$(9)	0,328	*Ustilago bromivora*	RTS $_D$(9)	0,371
10	bazidiospórák	RTS $_W$(10)	0,298	*Aspergillus /Penicillium* spp.	RTS $_D$(10)	0,340

27. ábra: A jobboldali dominancia szerinti diverzitási (RTS) rendezés eredményei a száraz (D) és az esős (W) napokon.

28. ábra:

a: *Arborispora paupera*,
b: *Isthmotricladia* sp.,
c: *Tetracladium* sp.,
d,e: *Isthmolongispora ampulliformis*,
f: *Isthmolongispora minima*,
g: *Arxiella terrestris*,
h: *Tricladium castaneicola*,
i,j: *Trinacrium* sp. 1.,
k: ismeretlen helicosporae 2.,
l: ismeretlen staurosporae 10.,
m: *Tricellula* sp.,
n: *Retiarius bovicornutus*,
p,q: *Trinacrium robustum*,
r: *Trinacrium* sp.,
s: *Menispora tortuosa*,
t-v: *Zetiasplozna thumenii*.

29. ábra:

a: *Tranzscheliella williamsii* spórája mézben, *Taraxacum* pollen trifinjébe tapadva,
b-f: *Ustilago* spp. spórák hasonló helyzetben,
g: *T. hypodytes* spórái a légkörben szálló rovardarabkán (*Dasyneura* sp.),
h: *Microbotryum violaceum* spórái mézben, egy növényi eredetű, felrepedt burokban,
i: levegőben szálló mikroszklerócium pollen belsejében,
j: *Pestalotiopsis* spp.konídiumai a brufai levegőből csapdázott rovarürülék (?) gömbökben,
(g és j nagyítása megegyezik).

30. ábra:

a-e: ismeretlen spórák (*Atichia* sp.?) levegőből (a,e) és mézből (b,c,d),
f-j: *Atichia* sp.,
k-m: *Atichia* sp. spórák MEEKER (1975a) szerint,
n-u: *Tripospermum*-konídiumok ágai virágporszemet, és egyéb részecskéket (p: uredospórát, u: kristályt) fognak közre,
v-y: a *Tripospemum* spp. különböző fejlettségi állapotainak megoszlása a mézharmatméz mintákban (v: fejletlen konídiumok micéliumdarabkákon, w: 3 ágú, x: 4 ágú, y: 5 ágú konídiumok).

31. ábra:

a: *Cephaliophora muscicola* konídium által elfogott kerekesféreg,
b: *Excipularia fusispora* és
c: *Rebentischia unicaudata* konídiumok kerekesférgek tápcsatornájában.

35. ábra:

a: levegőminta képe derült, száraz időben,
b: levegőminta képe csapadékos időben,
c: fatörzsről lefolyó esővízminta,
d: görögországi *Abies*-mézharmatméz,
e,f: magyarországi mézharmatméz.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondok mindenkinek, aki segítséget nyújtott a munkámhoz. Mindenekelőtt köszönettel tartozom témavezetőmnek, Szécsi Árpádnak. Köszönetemet fejezem ki valamennyi munkatársam – Csontos Péter, Erdei Eszter, Érsek Tibor, Farkas Ildikó, Fehér Zoltán, Fischl Géza, Francesca Grillenzoni, Francesca Pelizzari, Gianni Anselmi, Giuseppe Frenguelli, Gönczöl János, Collinsné Horváth Zsuzsanna, Oros Gyula, Páldy Anna, Pintér Csaba, Rajcsányi Ágnes, Révay Ágnes, Schmera Dénes, Szabó Lászlóné, Tóth Sándor, Vánky Kálmán, Varró Mihály János – felé, akik tanácsaikkal, útmutatásaikkal hozzájárultak a disszertáció elkészítéséhez. Szeretném megköszönni Bacsa Zoltán, Barasits Tibor, Basky Zsuzsa, Carlo Lanzoni, Carmen Seijo-Coello, Emma Bricchi, Emma Tedeschini, Francesco Fornaciari, Marzia Onorari, Paola Fiorini, Rudnai Péter, Simon Nikoletta, Tolnai Borbála, Zöldiné Elekes Éva közreműködését a minták gyűjtésében és feldolgozásában.