

Az allergén pollenek légköri terjedése és hatása az emberi szervezetre

SZAKDOLGOZAT
FÖLDTUDOMÁNYI ALAPSZAK
METEOROLÓGUS SZAKIRÁNY



Készítette:

Pungor Patrícia Erzsébet

Témavezető:

Leelőssy Ádám

ELTE TTK, Meteorológiai Tanszék

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Földrajz- és Földtudományi Intézet

Meteorológiai Tanszék

Budapest, 2018

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	3
Bevezetés.....	5
I. Pollenek.....	7
I.1. Pollen fogalma	7
I. 2. Fajok, időszakok Európában	7
I. 3. Magyarországi helyzet	9
I. 4. Gyeppek és gyomnövények.....	11
I. 5. Parlagfű	12
I. 6. Megelőzés, irtás	14
II. Pollenek hatása az emberi szervezetre	16
II. 1. Egészségügyi hatások	16
II. 2. Allergia	17
II. 3. Allergia formái	17
II. 4. Gyógymód.....	20
II. 5. Vizsgálati módszerek	21
III. A pollenkoncentráció mérése és előrejelzése	22
III. 1. A pollenkoncentráció mérése.....	22
III. 2. Parlagfű Pollen Riasztási Rendszer	23
III. 3. Az időjárás és a pollenkoncentráció kapcsolata.....	24
III. 4. Klímaváltozás hatása a pollenkibocsátásra.....	26
III. 5. Hosszú távú transzport.....	27
IV. 6. Előrejelzési modellek	31
Összefoglalás.....	34
Köszönetnyilvánítás.....	35
Irodalomjegyzék	36

Bevezetés

Szakedolgozatomban a pollenek levegőbeli terjedését, a pollenszórásuk idejét vizsgálom, illetve, hogy a jelenlétük a légkörben milyen egészségügyi problémákat okoz. A parlagfű pollenét elemzem tüzetesebben biológiai és meteorológiai szempontból is, ugyanis Magyarországon a legjelentősebb allergén anyagról beszélünk.

Az első fejezetben a pollenek felépítését, fogalmát és az európai, illetve magyarországi pollenhelyzetet fogom bemutatni. Mind az európai szinten, mind a magyarországin látható lesz majd, hogy a pollenszórási időszak a klímának köszönhetően az év háromnegyedében zajlik, ami meglehetősen hosszú időszaknak bizonyul, kiváltképpen, hogyha több növényre is allergénítés figyelhető meg a beteg személyeknél. A fejezet második felében a parlagfű történetéről írok, amely meglehetősen érdekes módokon került Európába Amerikából, és terjedt el rendkívül gyorsan. A növény magyarországi terjedését és felépítését is részletezem majd ebben a bekezdésben.

A dolgozat második fejezetében a pollenek egészségügyi hatásait taglalom majd, amelyek a vizsgálatok alapján elég lesújtó eredményekkel és előrejelzésekkel szolgálnak. Bemutatom az allergia formáit, a rhinitist, illetve az asztmát, és hogy ezek között lehet-e párhuzamot vonni, esetleg együtt is felléphetnek, vagy egyikből következik a másik. Ezenkívül még azt is fontos megvizsgálni, hogy az időjárási faktorok milyen szerepet játszanak a betegség megjelenésében és intenzitásában, vagy hogy egyáltalán van-e jelentőségük.

A tünetek vizsgálatai nagymértékben segítséget tudnak jelenteni abban, hogy a szakemberek az allergia formáit megvizsgálva ne csak tüneti kezelést hajtsanak végre, hanem már a panaszok megjelenése előtt tudják orvosolni a problémát. Megismerhetjük a különböző vizsgálati módszereket és a kezelési módokat is.

A harmadik fejezetben a meteorológiai faktorok hatását fogom bemutatni a pollenkibocsátásra. Egyrészt a pollenek napi koncentrációjának vizsgálata rendkívül fontos mind gazdasági, mind egészségügyi szempontból, így a megfigyelőrendszert és a riasztási fokozatokat mutatom be először. A következő alfejezetekben megismerkedhet az olvasó az időjárás illetve a klímaváltozás hatásaival, amely, mint azt majd láthatjuk, nagyfokú behatással rendelkeznek a pollenszemek kibocsátására. Nagy jelentőséggel bír a pollenek hosszú távú transzportja, ugyanis a szinoptikus skálájú képződmények akár több 100 km-es távolságokra is eltudják szállítani a pollenszemeket, így olyan területek is fertőzötté válnak,

amelyeken nem találhatóak meg a növények. Az előrejelzési modellek is bemutatásra kerülnek, ezek közül is a SILAM modellt fogom részletezni.

I. Pollenek

I.1. Pollen fogalma

A pollenek atmoszférában való megjelenése, és annak a mértéke a földrajzi helytől, az adott hely klímájától és a növényzettől függ. Habár csak egy kis részét képezik a levegőnek és mindössze mikroszkopikus nagyságúak, a pollenszemek lehetnek sok esetben az okozói az allergiás megbetegedéseknek arra érzékeny embereknél (*D'amato and Spieksma, 1991*). A parlagfű pollenje az egyik legjelentősebb aeroallergén hazánkban, amely az igen erősen allergén kategóriába sorolható be (*Patkó et al., 2018*). Ez azt jelenti, hogy a növény pollenszórása idején jelentős számú megbetegedést indukál (*D'amato and Spieksma, 1991*). A pollen a növények virágpóra, amelyek a levegőben való terjedés által allergiás megbetegedéseket is okozhatnak arra érzékeny embereknél. A pollenszemek átmérőjének jelentős szerepe van az allergiás megbetegedésekben olyan szempontból, hogy ezek nagymértékben a meghatározó tényezők a betegség intenzitásának kialakulásában. Az átlagos szemcseméret 20-60 mikrométer közé tehető, azonban ez növényenként jelentős eltéréseket mutat. A tanulmányok kimutatták, hogy a fajok és gyomok pollenjei nagyobb mérettel rendelkeznek, mint a fűféléké (*Oh, 2009*).

I. 2. Fajok, időszakok Európában

Európában nagy a diverzitás az egyes pollenfajok között. Az egész kontinenst figyelembe véve a csalánfélékből származó pollenek a legjelentősebb allergének. Ha kisebb régiók szerint vizsgálódunk, abban az esetben Észak-Európa fő allergénjei a nyír, az éger és a mogyorófa. A Mediterrán-térségekben viszont az olíva okozza a legtöbb megbetegedést a Parietaria (falgyom) mellett. Itt a virágzás 2 nagyobb időszakot ölel fel, egy hosszabbat, amely tavasztól egészen nyár közepéig tart, ilyenkor a koncentráció elérheti a napi 100 pollenszem/m³-t, illetve augusztustól szeptemberig egy rövidebbet (*D'amato and Spieksma, 1991*).

A pollenkibocsátás mértéke az év korábbi periódusainak időjárásától függ. Az aerobiológiai és az allergológiai tanulmányok azt mutatják, hogy a pollentérkép a klímaváltozás, a kulturális faktorok (pl. a nyírfá telepítése városi környezetbe) és nem utolsósorban a nagyobb mértékű nemzetközi utazás hatására jelentősen változik (*D'Amato et al., 2007*).

Európában a pollen időszak januártól egészen november végéig tart. Pontos időpontot nem lehet meghatározni, ugyanis a meteorológiai faktorok határozzák meg a pollenszezon kezdetét és végét is (*D'amato and Spieksma, 1991*). Azonban az megfigyelhető, hogy a fűfélék pollenszórásának a maximuma a fő virágzási szezon után 1-2 hónappal történik (*D'Amato et al., 2007*). A virágzás terjedését elemezve azt láthatjuk, hogy a déli vidékeken kezdődik a pollenszórás és a melegedés hatására egyre északiabb területek felé terjed (*D'amato and Spieksma, 1991*). A beporzás 2-3 héttel korábban kezdődik a tengerszinten fekvő területeknél, mint a hegyekben (*D'Amato et al., 2007*).

Az év eleji téli időszakban, a mediterrán vidékeken a mogyoró és a citrusfélék virágzása okoz gondokat, az előbbi allergén februárban már Közép-Európában is megtalálható az éger mellett *D'amato and Spieksma (1992)*, így Magyarországon is elkezdődik a virágzása (*Apatini et al., 2007*). Ebben a hónapban még a közönséges falgyom indukál allergiás tüneteket Szicília és Szardínia területein.

A tavaszi hónapokban már a fűfélék is megjelennek a mediterrán tengerpartokon, emellett a mogyoró és az éger virágzása márciusban már egészen Észak-Európáig terjed (*D'amato and Spieksma, 1992*). A kőris pollen kibocsátása márciustól májusig tart Közép-Európa területén (*Apatini et al., 2007*). A nyír a Fekete-tenger vidékén kezdi meg pollenszórását, míg a korábban említett falgyom légköri koncentrációja is jelentős a déli vidékeken. Dél-Angliában, ahol a *Parietaria* elterjedése kisebb, a virágzási időszak júniustól-szeptemberig tart. Áprilisban a fűfélék légköri koncentrációja tovább erősödik délen. A nyír pollenje játszik jelentős szerepet a közép-európai allergén megbetegedésekben, míg a falgyom Dél-Olaszország vidékein. Májusban a pázsitfűfélék pollenszórása válik jelentőssé a mediterrán vidékeken, a hónap végére pedig az olíva pollenje okoz tüneteket (*D'amato and Spieksma, 1991*).

Júniusban a fűfélék számítanak tipikus allergéneknek, ilyenkor több millió ember szenved az ún. szénanáthától Nyugat és Közép-Európában, illetve a déli vidékek nem part menti részein. Délen továbbra is virágzik a közönséges falgyom és az olíva. Júliusban már az északi vidékeken is magas a fűfélék pollenjeinek koncentrációja. Kelet-Európában a fekete üröm okozza a megbetegedéseket, amelyeknek koncentrációja augusztusban már Európa többi részén is jelentőssé válik. A déli vidékeken a száraz és meleg időszak hatására csökken a pollenszórás, azonban a parlagfű Ausztriában, Franciaországban, Magyarországon és Olaszországban is nagyszámú megbetegedést okoz.

Szeptemberben már alacsonyabb intenzitású a virágzás, a legjelentősebbeknek a fekete üröm, a parlagfű és néhány mediterrán vidéken a közönséges falgyom számítanak. Az

októberi időszakban a parlagfű már nem okoz gondokat, a novemberi időszakban pedig a falgyom virágzása is a végére ér (*D'amato and Spiexma, 1992*). Ezzel Európában a pollenszezon befejeződik, mivel ekkor a hűvös időjárás nem kedvez már a növények virágzásának.

I. 3. Magyarországi helyzet

Magyarországon 6 jelentősebb csoportot különböztetünk meg a leggyakoribb allergén növényeken belül, amelyekben a besorolt flórák keresztreakciót alkothatnak egymással.

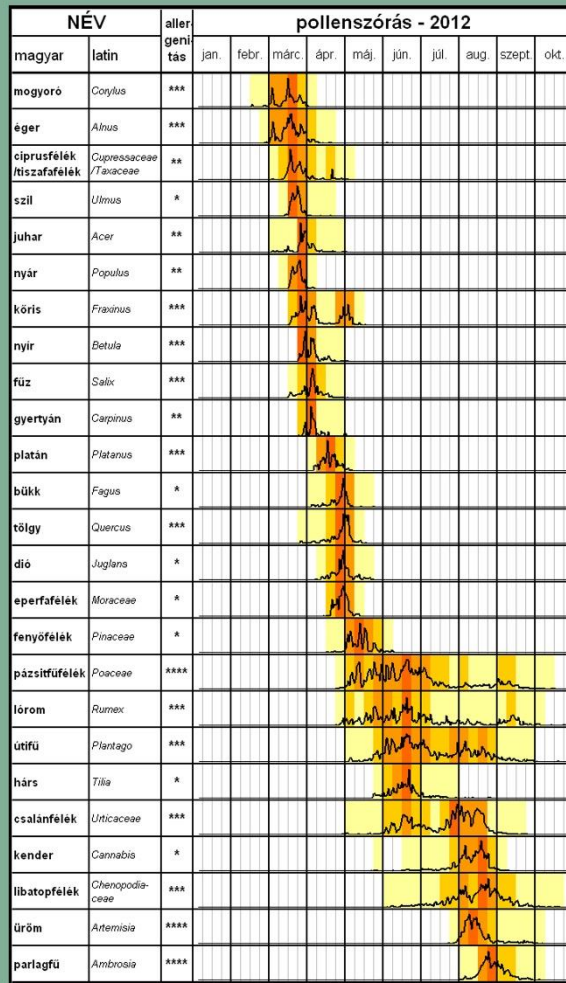
Ezen csoportok:

- nyírfafélék
- pázsitfűfélék
- fészekvirágzatúak
- olajfafélék
- csalánfélék
- nyitvatermők.

A pollenszórési időszakban megjelenő növények közül mindegyik erős allergén és gyakori előfordulású növénynek számít. A virágzási intervallum januártól egészen október végéig kitart hazánkban. Három fő periódust tudunk meghatározni a pollenszórásra, ezek közül az első a faféléké, amelyek január-április között virágoznak, majd ezt követi a fűvek szezonja, ez az időszak májustól júliusig tart, és legvégül a parlagfű szezon, amely pedig a júliustól októberig tartó intervallumot öleli fel (*Járai-Komlódi, 2000*). A pollenszemek mérete is flóránként eltérő lehet.

A nyírfafélék csoportjába tartozók közül 3 növény virágzik hazánkban először. Ezekből a mogyoró az első, amely főleg erdős részeken található meg és a virágzása januártól áprilisig tart. A márciustól áprilisig, tehát viszonylag rövid időszakot felölelő éger pollenszórása követi ezt. Ez a növény leginkább folyók mentén és ártereken terjedt el. A soron következő nyír legfőképpen Nyugat- és Észak-Európában jelentős előfordulású, virágzása pedig márciustól áprilisig terjedő. Hazánkban is megtalálható fafaj, amely allergenitása szempontjából nagyszámú megbetegedéseket indukál. Egyrészt lokális szintű a fertőzés mivel ültetik az országban, másrészt pedig hosszú távú légköri transzporttal is Magyarország légkörébe kerülhet. (*Makra et al., 2011*)

POLLENNAPTÁR / POLLEN CALENDAR



- * - panaszokat nem okoz, illetve allergénitására nincs adatok
/does not cause complaints or no data available on its allergenicity
- ** - nem gyakori allergén, keveseket betegít meg
/not common allergen, causes complaints to a few people
- *** - gyakori allergén
/common allergen
- **** - nagyon gyakori allergén, igen sokan szenvednek tőle
/very common allergen, many people suffer from it



Országos Környezetvédelmi és Értéktudományi Intézet
 NEMH
 1097 Budapest, Grótv. 2-8.
 Tel/Fax: +36 1 478 12 15, E-mail: pollen.oki@gmail.com
 NATIONAL INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL HEALTH
 Aerobiological Network of the National Public Health Service
 Grótv. 2-8., 1097 Budapest, HUNGARY,
 Phone: +36 1 478 12 15, E-mail: pollen.oki@gmail.com

1. ábra Magyarországon virágzó növények pollenszórása és allergenitása (kép forrása:

Országos Közegészségügyi Intézet [1])

Magyarországon fontos allergén növénynek számít az olajfafélék csoportjába tartozó magas és virágos kőris. A magas kőris virágzása márciustól áprilisig tart, míg a virágosé csak májusban figyelhető meg. Egyaránt megtalálhatóak erdőkben és díszfaként is, városokban utcai fasorra is ültetik őket. A lópész és mocsárvidékeken előforduló fűz a fűzfafélék csoportjába tartozik, amelynek virágzása márciustól májusig tart. Az áprilisban és májusban virágzó platán egy idegen betelepülésű dísnövény, amely a platánfélék csoportjába tartozik. Az egyik legfontosabb allergénnek számítanak nem csak hazánkban, hanem globálisan nézve is a pázsitfűfélék, amelyek csoportjába nagy számban beletartoznak a haszonnövényeink (búza, árpa, kukorica, köles, stb.). Virágzásuk áprilistól októberig, hosszú

időszakot felölelően tart. Azonban ezek a nagyon erős allergének közé tartoznak és gyakoriságuk is jóval nagyobb, mint a korábban említett fajoknak.

Jelentős allergénnek számít a keserűfűfélék csoportjába tartozó lórom, amelynek a pollenszórása május és augusztus hónapok közé tehető és mind vízben, mind szárazföldi társulásokban is megtalálható.

Megemlítendőek még az útifű és a libatopfélék (spenót, közönséges répa), amelyek késő tavasztól, illetve kora nyártól egészen októberig virágoznak. Így ebben az időszakban jelentős a pollenszórásuk.

Hazánk egyik legjobban szennyező allergén növénye a hosszú virágzású (júliustól októberig), invazív ürömlevelű parlagfű. A fészekvirágzatúak csoportjába tartozó növény az ország teljes területén megtalálható, főként utak mellett, gondozatlan területeken találkozhatunk vele. Jelentős számú megbetegedést okoz egész Európa-szerte (*Apatini et al.*, 2007).

I. 4. Gyepék és gyomnövények

A fűfélék pollenjei nagy szerepet játszanak a szénanáthás megbetegedésekben a világ különböző részein (*D'Amato and Cecchi*, 2008). Ezért is nagyon fontos e növények porzási időszakának átfogó vizsgálata a világ minden pontjában, tekintve, hogy a parlagfű is ezen növények nemzetségébe tartozó.

A legnagyobb aktivitás a kora nyári időszakra tehető. Míg az 1990-es években még nem a fűfélék voltak a legjelentősebb allergén pollenek Európában (*Spiexma* (1990), úgy napjainkban azzá váltak (*D'Amato et al.*, 2007). A fűfélék családja (Poaceae) széles tartományban elterjedt egészen a trópusoktól a sarkokig (*Mander et al.*, 2013).

A fűfélék családja több, mint 600 nemzetséggel rendelkezik és azon belül 10 000 fajt különböztetünk meg. Ezek közül több mint 400 lágyszárú növény található meg Európában, amelyeknél a beporzást a szél végzi. Pár kivételt leszámítva, minden fű pollen típus nagyon magas keresztreaktivitású.

A legerjedtebb fajok a magas rétfűvek nemzetségéből származnak, ezek a következők (*D'Amato et al.*, 2007):

- mezei komócsin (*Phleum pratense*),
- ebír (*Dactylis glomerata*),
- réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*),

- rozs (*Secale cereale*).

I. 5. Parlagfű

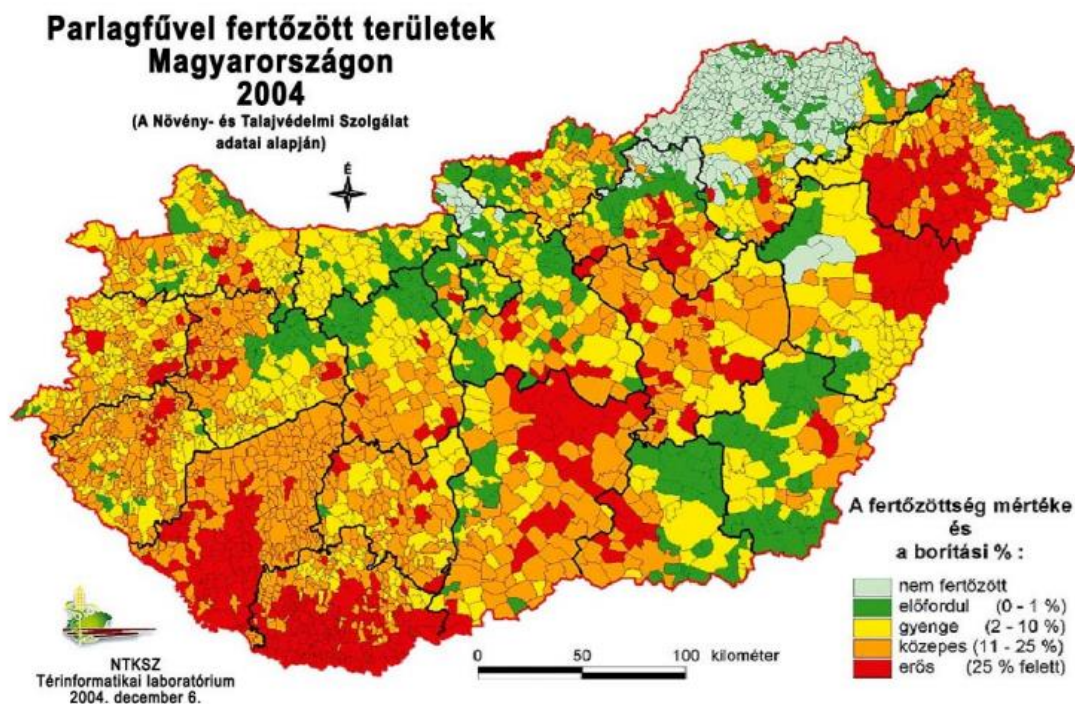
Az *Ambrosia* nemzetség 42 fajjal rendelkezik világszerte (*Malgorzata*, 2004). A legtöbb faj Amerikában található meg, néhány felfedezhető még Közép- és Dél-Amerika területén és mindössze 1 faj őshonos Afrikában. Az első feljegyzések 1838-ra tehetőek Amerikában, Kanada területén pedig az 1860-as években jelent meg először (*Author et al.*, 2005). A fajok közül a legelterjedtebb az *Ambrosia artemisiifolia*, amely a legveszélyesebb invazív növény Európában. Az első világháborús nagy importoknak köszönhetően Amerika területéről a gabonaszállítmányokban és a háborús felszerelésekben kerültek először behozatalra a magvak Európa térségébe (*Author et al.*, 2005). Későbbiekben a világ minden területén elterjedtté vált (*Makra et al.*, 2004). A meghonosodása és a gyors elterjedése azonban a második világháború idejére tehető. Ebben az időszakban 4 különböző amerikai faj került be Európa területére (*Ambrosia artemisiifolia*, *Ambrosia trifida*, *Ambrosia psilostachya*, *Ambrosia tenuifolia*). Ezek közül az *artemisiifolia* vált a legelterjedtebbé Nyugat-Európában és Magyarországon is (*Author et al.*, 2005). Hazánkban az *Ambrosia artemisiifolia* az 1950-es években még csak a 21. helyet foglalta el az allergén növények rangsorában, 1970-re már a 8. helyen állt, és az 1990-es évektől már a leginvazívabb növénynek számított. Előkelő helyét mindmáig megtartotta, napjainkban is jelentős az elterjedtsége és számos megbetegedést okoz országszerte (*Kazinczi et al.*, 2008). A parlagfű, mint a leggyakoribb allergén növény Magyarországon 60 000 magot tud kiadni egy növényről (*Author et al.*, 2005).

3 fő régiót emelhetünk ki az elterjedtség szerint: Rhône völgye (Franciaország), Észak-Olaszország és a Kárpát-medence vidéke (*Kazinczi et al.*, 2008). Elterjedtségét megfigyelve azt a következtetést vonhatjuk le, hogy leginkább a közepes szélességű, illetve kontinentális klímával rendelkező zónákban terjedt el (*Cecchi et al.*, 2007). Általában síkságokon található meg, de a Rhône völgyében a hegyek felé való terjeszkedés is megfigyelhető (*Makra et al.*, 2004).

A parlagfű egy kártékony mezőgazdasági növény. Gyakran megtalálható utak mentén, vasúti töltéseknél, elhagyott területeken, illetve megmunkált földeken is egyaránt. Túlnő sok esetben a takarmánylucernán, a lila lóherén és rengeteg problémát okoz a burgonya- és kukoricaföldeken, illetve a napraforgóban is (*Béres et al.*, 2002).

A parlagfű magyarországi elterjedése az 1990-es években történt az akkori politikai átalakulásnak köszönhetően. Ennek a folyamatnak az idején mind a struktúrája, mind a mérete megváltozott a megmunkált földeknek, ugyanúgy, ahogyan a földhasználat is módosult. A szövetkezetek kisebb parcellákra lettek vágva, amelyek elhagyatottá váltak, és mivel a gondozásuk sok esetben elmaradt, ezáltal teret adtak a parlagfű terjedésének (Kiss and Béres, 2006)

A Nyugat-Európában és Magyarországon elterjedt Ambrosia növények a durva, szőrös száraikról és hasított vagy osztott leveleikről ismerhetők fel. Virágainak színei zöldesek, és kis fejek vannak rejtve a levelekben (Author et al., 2005). A pollen igen nagy mennyiségben termelődik, egyetlen növény milliónyi pollenszemet képes előállítani. Mivel a pollenmagok kis méretűek, mindössze 18-22 µm nagyságúak, ezáltal gyakran hosszú távú légköri transzportban is részt vesznek (D'Amato et al., 2007).



2. ábra Parlagfűszennyezettség Magyarországon 2004-ben (Páldy et al., 2006)

Az Ambrosia nemzetséghez tartozó artemisiifoliat és trifiliat már régóta a szénanáthás megbetegedések szignifikáns okozóiként tartják számon. Amerika népességének mintegy 10%-a parlagfűérzékeny. Egy tanulmányból kiderült, hogy e két Ambrosia faj több megbetegedést okoz, mint az összes többi növény együttvéve. 2001-ben az USA-ban a parlagfű 3-4 nappal korábban jelent meg a városi környezetekben, mint vidéken, ez a

magasabb hőmérséklet és a nagyobb koncentrációjú CO₂ hatására történt (Ziello *et al.*, 2012). 22 amerikai és 12 európai populációt vizsgálva arra a megállapításra jutottak, hogy az európai növények növekedése gyorsabb ütemű. Azonban szárazság idején inkább az amerikai növények maradnak tovább életben. Ez azzal magyarázható, hogy hiába a gyors növekedés, az európai növények kevésbé szárazságtűrőek (Hodgins and Rieseberg, 2011).

I. 6. Megelőzés, irtás

A parlagfű elterjedésének nagymértékű növekedése, és annak megelőzése jelentős költségeket emészt fel, mind irtási, mind közegészségügyi szempontból hazánkban (Farkasné, 2003). Évente körülbelül 120-200 milliárd forintra tehető az a gazdasági kiesés, amely a parlagfű irtására, a mezőgazdaságban fellépő károokra és az emberek egészségének károsodása miatt képződik. A kultúrnövények és egészségünk megóvása érdekében a gyomnövények számát a minimumra szükséges csökkenteni, akár a biodiverzitás rovására is (Patkó *et al.*, 2018). Az elterjedés a sajátos kárpát-medencei klímahatásnak, a térség melegedésének és szélsőségesebbé válásának köszönhető. Ha azonban az egyes régiókat vesszük figyelembe, akkor az ember által befolyásolt természeti és agrárkörnyezet is a kiemelt meghatározók közé tartozik. Ezért azt mondhatjuk, hogy az elterjedésének okai emberi és technológiai tényezők egyaránt. Mivel a magánkézben lévő területeken nem fordítanak kellő figyelmet az irtásra és megelőzésre, ennek okán ezek jó táptalajjal szolgálnak a parlagfű növekedéséhez. A szakismeret hiánya is jelentős károkat okoz, ugyanis, ha a növény nem megfelelő időben és módszerrel kerül irtásra, nagy esély van az újrafeljődésére (Farkasné, 2003).

Az ÁNTSZ szerint egy kiterjedt parlagfű mentesítési programra lenne szükség a terjedés megállításának érdekében. A vizsgálatok szerint kb. 1,5-2,5 millió főre tehető hazánkban az allergiában és asztmában szenvedőknek a száma, és a tendenciából látható az is, hogy az aerobiológiai hatás évről évre erősödik (Mányoki *et al.*, 2011).

A bel- és külterületek parlagfűmentesítésére már több kormányrendelet is született. Ezek alapján minden földtulajdonnal rendelkező személy köteles az adott év június 30. napjáig a parlagfű virágbimbójának kialakulását megakadályozni, valamint az esetleges újrafeljődést megelőzni, azonban ha ez nem sikerül, akkor az irtást újra el kell végeznie a 2008. évi XLVI. 17 § (4) alapján. Ha a törvényi előírásoknak nem tesz eleget és veszélyezteteti mind a környező terményeket, valamint az emberi egészséget, akkor a 2008. évi XLVI. törvény 59.§-a szerint 15 000-150 000 000 Ft növényvédelmi bírság róható ki rá, amely megismételhető, és akár

közérdekű védekezést is elrendelhet a magyar állam. A bírság mértéke különböző szempontok alapján kerül kiszabásra. Nagymértékben függ attól, hogy bel vagy külterület a fertőzött régió, illetve, hogy mekkora az infekció mértéke.

A parlagfű elleni védekezés a mezőgazdasági területeken a legösszetettebb, egyelőre a kémiai szabályozás bizonyult a leghatékonyabbnak. A napraforgóval borított területek gyomirtása az utóbbi években sokat fejlődött, azonban a technológia drágasága miatt sok esetben olcsóbb módszereket használnak. A kukorica esetében hatékonyabb védekezést lehet elérni, ugyanis több hatóanyag is rendelkezésre áll a gazdáknak. A gyümölcsösökben is nagy problémákat okoz a parlagfű megjelenése, itt az irtás gyomirtó szerekkel és mechanikai műveléssel történik. A legnagyobb problémát azonban a külvárosi kertek okozzák, ahol a tulajdonosok csak ritkán végzik el a gyomlálást, ezért kiváló területnek számítanak a parlagfű számára. A nem mezőgazdasági területeken a kaszálás megfelelő védekezésnek biztosul, ha kellő rendszerességgel van végezve, ezenkívül sok helyen már vegyszereket is alkalmaznak (*Vincent et al.*, 2007).

Összességében az mondható el, hogy a parlagfű elleni védekezés csak abban az esetben lesz sikeres, hogyha a megfelelő anyagi háttér biztosított hozzá, az irtást pedig képzett szakemberek által előírt módon és időben végzik el az illetékesek. Azonban a legjobb módszer az lenne, hogyha a problémát a gyökerénél ragadnánk meg, és a növény teljes kiirtására koncentrálnánk.

II. Pollenek hatása az emberi szervezetre

II. 1. Egészségügyi hatások

Már jelenleg is meghatározó társadalmi és gazdasági hatással bírnak az IgE-hez kapcsolódó betegségek (*Kmenta et al.*, 2014). IgE, vagyis az immunglobulin E, egy olyan antitest, vagyis ellenanyag, amely a külső allergén anyagok, mint a pollen, állatszőr, gyógyszerek ellen termelődik a szervezetben. Ha egészséges személyről van szó, akkor nem mutatkozik semmilyen tünet. Azonban allergiás betegek esetén az első allergén bejutása a szervezetbe bár még nem okoz tüneteket, de már pozitív tesztet indukálhat. Ilyenkor az antitestek a hízósejtekkel összekapcsolódnak, és újabb allergén behatás esetén kibocsájtják az allergiás gyulladásért felelős anyagokat, amelyek közül a legismertebb a hisztamin. Ezen anyagok a szöveteket irritálva okozzák az allergiás reakciókat (*Bousquet et al.*, 2011). Az utóbbi 40 évben megkétszereződött a betegek száma Dél-Magyarországon. Jelenleg az ország népességének mintegy 30 százaléka szenved allergiás megbetegedésektől az ÁNTSZ felmérései alapján. A betegek túlnyomó része, egészen 65 százaléka pollenérzékeny, és a parlagfűérzékenyek ennek 60 százalékát teszik ki (*Mányoki et al.*, 2011)

Európát vizsgálva is az mondható el, hogy a teljes népességének több, mint 30 %-a allergiás vagy asztmás beteg (*Muraro et al.*, 2017). Az iparosodott országokban a népesség 5-30%-a szenved pollenallergiában (*Cebrino et al.*, 2017). A különböző kutatások mind hasonló adatokat mutatnak az allergiás megbetegedések százalékos megjelenéséről. Gyermekeknél a pollen indukálta allergia jelenléte 15-30% közötti *Voukantsis et al.* (2015) kutatása alapján, azonban fontos megjegyezni, hogy a gyerekek kevésbé érzékenyek, mint a felnőttek (*Author et al.*, 2005).

1990 körül május és július között Európa lakosságának mintegy 3-5%-a, kb. 15 millió ember szenvedett allergiás megbetegedésben (*D'amato and Spieksma*, 1991).

Mindezeket az adatokat figyelembe véve fontos tudni, hogy mi is az a pollen allergia, milyen tüneteket okoz, illetve hogyan lehet kivizsgálni azt. Azon belül is az Ambrosia nemzetséghez tartozó *A. artemisiifolia* és *A. trifida* vizsgálatára lenne szükséges a legnagyobb hangsúlyt fektetni, amelyek a nyír mellett a legtöbb allergiás megbetegedést okozó növények Európában (*D'Amato et al.*, 2007).

A világ számos más részén is jelentős a megbetegedések száma annyi különbséggel, hogy a különböző klímával rendelkező területeken más és más növény az, ami kiváltja az allergiás

reakciót az arra érzékeny egyéneknél. A parlagfű az egész világon megtalálható, és mivel Amerikában őshonos, így szignifikáns jelentőséggel bír a globális megbetegedések számában. Mintegy 34 millió asztmás ember él Amerikában, és 36 millióra, tehát a teljes amerikai népesség 26%-ára tehető a parlagfűre érzékenyek száma (*Ziska and Beggs, 2012*).

II. 2. Allergia

Az allergia fogalmának tisztázása rendkívül fontos, ugyanis az ezzel kapcsolatos megbetegedések szignifikáns globális egészségügyi problémákat jelentenek napjainkban, és az előfordulásuk illetve súlyosságuk nagymértékben növekszik (*Šikoparija et al., 2013*).

A pollen érzékenység endogén (örökletes) és exogén (ökológiai) okokra is visszavezethető. A tünetegyüttes megjelenésében több minden közösen játszik szerepet, amelyek az egészségtelen életmód, a szennyezett légkör, a környezet, illetve, hogy szenved-e gyomor-, bél-, vagy felsőlégtúti betegségekben az adott személy. A fő tényező az örökletesség, ugyanis a tanulmányok alapján csak azon személyeknél alakul ki az allergia, akiknek genetikai hajlamosságuk van rá. Azonban ez csak az egyik oldala, mivel a környezeti hatások is szükségesek ahhoz, hogy végső soron kialakuljon a betegség. Az allergia megjelenésében az is szerepet játszik, hogy az egyén hányszor és milyen intenzitással találkozott azzal az anyaggal, amelyre a hajlamot örökölte (*Solé et al., 2006*).

Az allergiás reakciókat kiváltó alsó határok minden országban mások, ahol eddig detektálták az Ambrosia pollen légköri jelenlétét. Ez Ausztriában 20 P/cm^3 , Franciaországban 13 P/cm^3 és Magyarországon, amely az egyik legszennyezettebb országnak minősül, $20\text{-}50 \text{ P/cm}^3$ közé tehető. Európában továbbra is nő a szenzitivitás mértéke, amely súlyos következményekkel járhat, ugyanis hazánkban a felmérések szerint a pollenérzékenyek 60%-a allergiás az Ambrosiára is. Érdekes tény, hogy az USA-ban, ahol a parlagfű őshonos növénynek számít, mindössze a népesség 26%-a mutat allergiás reakciókat (*Kasprzyk, 2008*).

II. 3. Allergia formái

Az aeroallergéneknek való kitettség miatt allergiás megbetegedések alakulnak ki, amelyeknek két fő tünete az allergiás nátha (szénanátha), illetve az asztma. Jelentős mértékű életminőség csökkenést eredményeznek, és szignifikáns gazdasági hatással bírnak a társadalomra is (*Šikoparija et al., 2013*). A tünetek megjelenésének vizsgálata és ismerete

kardinális pontnak minősül a betegség hatékonyabb kezelésének, illetve megelőzésének szempontjából. Tanulmányok kimutatták, hogy egyénenként változó a tünetek megjelenése a pollenszezon alatt. Ebből arra lehet következtetni, hogy a különböző növényeknek más és más erősségű az allergenitása (*Bastl et al.*, 2014).

Az allergia egyik fő tünete a szénanátha, amely egy pollen indukálta allergiás reakció. A szezonális allergiás orrnyálkahártya-gyulladást, azaz a rhinitist, illetve ennek kísérő tüneteit összefoglaló klinikai fogalom. A jellemző tünetei közé tartoznak a tüsszögés, az orrviszketés, az orrfolyás és orrdugulás. Erős befolyással van számos ember életminőségére, ugyanis a tünetegyüttes rendkívül kellemetlen tud lenni, kiváltképpen egy magas koncentrációjú pollenszórás idején (*Erbas et al.*, 2007). A gyakori tünetek közé tartozik a zihálás, a nehézlégzés, a torokfájás, a tartós köhögés, és a slejrm (*Cebrino et al.*, 2017).

A betegség súlyossága és tünetei a betegspecifikus tényezők függvényében változnak, ezek lehetnek a genetikai hajlam, egyéni küszöbértéke a pollenkoncentrációnak, a gyógyszeres kezelés formája és sok egyéb más faktor (*Voukantsis et al.*, 2015). A szénanátha az iparosodott országokban gyakoribb, és megjelenésében jelentős növekedés rajzolódik ki. Svájc felnőtt populációját vizsgálva kb. 13%-os növekedés figyelhető meg *Braun-Fahrländer et al.* (1997) kutatásai alapján 1926 és 1992 között a tünetek megjelenésében. Napjainkban, átlagban minden 5-6. ember pollenérzékenységben szenved. A szénanátha kellemetlen tüneteket okoz, amelyek asztmává válhatnak. Kutatások kimutatták, hogy azok az emberek, akik tüneteket mutatnak, dekoncentráltak és rosszul érzik magukat.

Az allergia legelterjedtebb formája a légzőszervi allergiás megbetegedés, egy közös megjelenése a conjunctivitisnek (kötőhártya-gyulladás), az asztmának és a rhinitisnek (szénanátha). A tünetek elterjedtsége és intenzitása változhat az egyének között és a pollenszezon jellemzőinek függvényében (*Leynaert et al.*, 2000).

Az orron keresztül való légzés fontos védelmet nyújt az alsó légutaknak a belélegzett levegő szennyező anyagai ellen. Az orr legfőbb feladatának egyike, hogy megszűrje a potenciálisan káros részecskéket, mint például a polleneket. Az orrüregben az 5-10 mikrométernél nagyobb részecskék kiszűrésre kerülnek. Sok betegnél, akik szezonális allergiás rhinitisben szenvednek, más légzőszervi tünetek is megfigyelhetőek, mint a köhögés, zihálás, és sokan tapasztalják az alsó légúti tüneteket is, különösen nagy pollenszám esetén. Ha az allergiás rhinitis és az orr elzáródása együtt áll fenn, az esetben a pollenszemek elérhetik a hörgőnyálkahártyáját és hörgős asztmát (bronchiális asztma) okozhatnak (*Volcheck*, 2015).

Solé et al. (2006) tanulmányában azt vizsgálta, hogy a rhinitis és az asztma elterjedtsége, illetve intenzitása között fellelhető-e számottevő kapcsolat. Az eredmények igazolták, hogy

az adatok korrelálnak egymással, ugyanis nagyszámú asztmás megbetegedés idején a rhinitises betegek száma is magasnak bizonyult. A rhinitis az allergiától független asztma kockázati tényezője. Más epidemiológiai tanulmányok is kimutatták, hogy az asztma és a rhinitis gyakran egyszerre jelentkezik a pácienseknél. Fiatal felnőttek csoportját vizsgálva 74-81 százalékuknál volt igaz a korábbi állítás. Gyerekeknél azonban számos esetben az allergiás rhinitis gyakran később kerül diagnosztizálásra, mint az asztma (Volcheck, 2015). Egy másik francia tanulmány is igazolja a korábban állítottakat, miszerint a megkérdezett, asztmában szenvedő betegek 78%-ánál allergiás rhinitis is fellép. Mindazonáltal az allergiás rhinitis gyakoribb tünetnek minősül, mint az asztma (Leynaert et al., 2000).

A klíma rendkívül szignifikáns szerepet játszik az asztma elterjedésében és befolyásolja is azt. A tanulmányok azt igazolják, hogy az iparosodott országokban magasabb számú a megbetegedések száma, mint a fejlődő országokban (Solé et al., 2006). Solé munkatársaival azt vizsgálta, hogy a meteorológiai és földrajzi faktorok, mint a magasság, az évi hőmérsékletingadozások, illetve a beltéri relatív páratartalom és a betegségek, mint az asztma és a rhinitis között párhuzamot lehet-e vonni. A vizsgálatok alapján arra a megállapításra jutott, hogy a rhinitis és a felsorolt paraméterek között nem áll fent szignifikáns kapcsolat, azonban a beltéri relatív páratartalom növeli az asztmával megbetegedett európai lakosok számát (Solé et al., 2006).

A pollenvizsgáló hálózatok információkat szolgáltatnak a napi pollenkoncentrációról és annak szintjéről az orvosoknak, ezáltal lehetővé válik a betegek figyelmeztetése (Leynaert et al., 2000). Az ÁNTSZ a kihelyezett pollencsapdák segítségével felméri az aznapi pollenszámokat, és a meteorológiai faktorok alapján előrejelzéseket készít. Ezeket az adatokat már nem csak az orvosokhoz jutattják el, hanem pollen előrejelző oldalakon a regisztrációt követően már az allergiában szenvedők is növényekre lebontva megnézhetik a pollenszámok valószínűségét az elkövetkező napokra (Mányoki et al., 2011).

Adatgyűjtés szempontjából nagyon hasznosnak bizonyul a Patient's HayFever Diary (PHD), amely egy internetes szolgáltatás keretein belül allergiás felhasználók számára lehetőséget biztosít tüneteik követésére, illetve ezáltal a kutatóknak földrajzi és egészségügyi információkat szolgáltat. Ezen adatokat felhasználva is az figyelhető meg, hogy az allergiás tünetek 3 szervet érintenek: ez az orr, a szem és a tüdő. A tünetek a szem esetében a viszketés, idegentestérzet, könnyezés és vörösség. Viszketés az orr esetében is megfigyelhető, ezenfelül tüsszögés, folyás és dugulás jelentkezik a betegeknél. A tüdő esetében viszont zihálás, légszomj, köhögés és asztma is előfordulhat (Bastl et al., 2014).

A pollenek okozhatnak ekcémát is, tehát bőrirritáció léphet fel a allergiás személyeknél (*Solé et al.*, 2006).

II. 4. Gyógymód

Az allergiások számára egyelőre csak tüneti kezelésre van lehetőség, teljes panaszmentesség nem érhető el, azonban az orvostudomány próbálja megtalálni a megfelelő gyógymódot a betegség elhárítására.

A leghatékonyabb módja az allergiás tünetek megszüntetésének az allergénnel való érintkezés elkerülése (*Kmenta et al.*, 2014). Azonban ez sok esetben nem megoldható, mivel míg egy tejérzékenységnél, állatszőr allergiánál viszonylag könnyű az anyaggal való érintkezés elkerülése, úgy a pollenek mikrométeres nagyságuk miatt bárhol megtalálhatóak, és a szabadban való tartózkodás kikerülése az esetek nagy többségében nem megoldható.

A pollenallergiások számára minden országban a közegészségügyi szervezetek adnak ki jelentéseket, illetve hasznos tanácsokat is. Az allergiában szenvedőknek fontos nyomon követni a pollennaptárt, mivel a virágzás előtt legalább 2 héttel szükséges elkezdni a gyógyszerek szedését a megfelelő hatás elérésének érdekében. Fontos az is, hogy a betegségben szenvedők a pollenszórási időszakban viszonylag kevés időt töltsenek a szabadban, naponta mossanak haját, gyakran cserélik az ágyneműt, porszívózzanak, ugyanis a pollenszemcsék könnyen megtapadnak minden felületen. Napos, szeles időben érdemes zárt helyen tartózkodni, az autókban pedig pollenszűrőket kell alkalmazni, illetve rendszeresen cserélni azokat. Magas pollenszám esetén légzésvédő maszk viselése ajánlott, főleg a szabadban (*Mányoki et al.*, 2011).

A tünetek kezelésére rendelkezésre álló gyógyszerek az antihisztaminok, illetve rhinoconjunctivitis esetén orron keresztül használatos, vagy az asztma kezelésére hörgőtágító és belélegzendő kortikoszteroidok (*Cebrino et al.*, 2017).

Az allergiás tüneteket tapasztaló személyeknek otthoni körülmények között elvégezhető gyorseszteket kínál a gyógyszerpiac. Ezek a készítmények egy csepp vérből képesek kimutatni az IgE antitesteket. Immunterápiával tartósan csillapíthatóak a panaszok, sok esetben az allergiás személy akár évekre tünetmentes maradhat. A terápia alatt kis adagban érintkeztetik az egyént az allergénnel, ezáltal tolerancia alakul ki. Azonban ezt már a pollenszezon előtt több hónappal érdemes elkezdni, illetve évente ajánlott megismételni a kezelést (*Kinaciyani et al.*, 2018).

II. 5. Vizsgálati módszerek

A fő vizsgálati módszereknek a bőrtesztek számítanak az allergiás betegségek csaknem kétharmadában és a légúti allergiák 90%-ban. Az allergiás diagnózis alapja háromrétű: részletes klinikai múlt, az immunglobulin E (IgE) szenzibilitás vizsgálata és az érzékenység relevanciájának megerősítése. Ahhoz, hogy felmérjék az allergénitást, az allergológusok elsősorban két technikára hagyatkoznak: bőrtesztekre (SPT), és szérumban allergén specifikus IgE tesztekre (sIgE). Míg a bőrtesztek a hízósejthez (fehérvérsejt) kötött sIgE jelenlétét vizsgálják a bőrben, úgy a szérumban tesztek a szabad allergén specifikus antitesteket (*Cardona et al.*, 2017). A pozitív bőrreakció azonban nem mindig korrelál a klinikai tünetekkel (*Burbach et al.*, 2009)

III. A pollenkoncentráció mérése és előrejelzése

III. 1. A pollenkoncentráció mérése

Az allergén pollenek mennyiségének és jelenlétének meghatározására a legjobb módszer, hogyha megállapítjuk a légköri pollenkoncentrációt (*D'Amato et al.*, 2007). Ennek mérésére nemzetközi szabványokat állítottak fel, amelyeket a vizsgáló szervezeteknek kötelező betartani, ugyanis csak ebben az esetben lehetnek az eredmények egységesek.

A pollenkoncentráció mérése Hirst-típusú térfogati mintavevővel történik, ez egy Európában egységesített módszer. Magyarországon 2005 óta mintegy 19 helyszínen történik a pollenek mintavételezése az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózatán keresztül. A csapdákat úgy kell elhelyezni, hogy a talajszint felett 15 m-es magasságban legyenek, a fák lombkoronája feletti magasságban. A csapda folyamatosan a szél irányába fordul. Maga a mérés úgy történik, hogy a csapda belsejébe egy 2×14 mm-es nyíláson áramlik be a levegő, és a légáramlás irányára merőleges felületnek ütközik. Ez a felület egy vazelinnel kezelt 2 cm-es szalag, ami egy dobra van erősítve. A légköri részecskék itt megtapadnak, és a dob 48 mm-t fordul egy nap alatt. A szerkezetben megforduló napi levegő mennyisége arányos egy felnőtt ember napi légcseréjével, ami $14,4 \text{ m}^3/\text{nap}$. Az eredményeket 24 órás intervallumra db pollenszem/ m^3 [P/m^3] egységben adják meg. A preparátumok leolvasása egységes módon történik, 400x-os nagyításon, hogy meghatározzák a pollenszemek számát és típusait. A mikroszkópos analízis előtt a minták fukszinnal vannak kezelve, amelynek segítségével a pollenszemek könnyen megkülönböztethetőek a többi rárakódott anyagtól. A legtöbb magyarországi állomáson a szalagot hetente távolítják el, amelyet 7 azonos szegmensre osztanak fel, ami a hét napjainak felel meg. Ezeket a mintákat egységesen optikai mikroszkóppal vizsgálják. A pollenszemek számolása nem a sablon teljes felületén történik, hanem csak egy, a teljes vizsgált terület 16%-át felölelő részen (*Cecchi et al.*, 2007). Mint azt láthatjuk, manuálisan történik a pollenadatok leolvasása, amely rendkívül hosszú ideig tart a fentiekben leírt módszerrel. Azonban a pollenadatok közlése fontos lenne, hogy minél gyorsabban megtörténjen. Ebből kifolyólag már az elmúlt években több projekt tesztelése is zajlott, amelynek a célja az automatikus pollenleolvasó rendszer bevezetése lenne. Ennek jelenleg kettő altípusa alakult ki, az egyik egy olyan rendszer, amely színes képeket készít és ebből generál szürkeárnyaltos képeket, a másik pedig szűrők segítségével fluoreszcens képeket készít. Jelenleg Magyarországon az Országos Közegészségügyi Intézetben tesztelik

az első altípust, és a Szegedi Tudományegyetemmel közösen fejlesztik a rendszert. Az allergiás betegek számának növekedése miatt fontos lenne, hogy az automatikus eszközök minél hamarabb használatba kerüljenek (Csépe, 2018).

III. 2. Parlagfű Pollen Riasztási Rendszer

Hazánkban a nagyszámú allergiás megbetegedések miatt különösen nagy figyelmet kell fordítani a pollenkoncentráció mérésére és a pollenszámok előrejelzésére. Az allergén növények virágzása idején az ÁNTSZ napi jelentéseket készít a jelenlegi és a várható koncentrációk mértékéről. Egy riasztási rendszert dolgoztak ki, amelynél különböző színű jelzések mutatják az 1 m³ levegőben lévő pollenszemek darabszámát. Ez a következőképpen néz ki:

1. Fehér jelzés esetén nem található parlagfű pollen a levegőben (0 db/m³).
2. Ha zöld jelzés van érvényben, az alacsony pollenkoncentrációt jelent (1-9 db/m³), ami még nem okoz tüneteket.
3. A legérzékenyebb betegeknél a narancs riasztással jelölt közepes pollenkoncentráció esetén (10-29 db/m³) már jelentkezhet tüszögés, illetve könnyezés.
4. A magas pollenkoncentrációs (30-49 db/m³) piros riasztás már minden arra fogékony betegnél allergiás reakciót vált ki.
5. A vörös riasztás ehhez hasonló, azonban már a pollenszemek légköri koncentrációja 50-99 db/m³-ig terjedő, amikor már a kevésbé érzékeny egyének is közepes mértékű tüneteket tapasztalnak.
6. A bordó riasztás esetén (100-199 db/m³) már igen magas pollenkoncentrációról beszélünk, ebben az esetben már minden betegnél erős tünetek lépnek fel.
7. A betegek egészségügyi helyzete kritikussá válhat sötét bordó riasztás (200-499 db/m³) esetén.
8. Az 500-999 db/m³ fekete riasztású helyzetben a tünetek már az életminőség jelentős romlásához is vezethetnek.
9. Az „Ambrosia szín” riasztású (1000 db/m³) napokat extrém helyzetűnek minősítjük, ilyenkor a tünetegyüttes szélsőséges erősségű lehet (Mányoki et al., 2011).

III. 3. Az időjárás és a pollenkoncentráció kapcsolata

Minden meteorológiai paramétert figyelembe véve az mondható el, hogy a hőmérséklet és a szélsébség növekedésének hatására a pollenkoncentráció is emelkedik. Ezzel ellentétben a csapadék és a párásság nagymértékű csökkenést eredményez.

A pollenszámok elemzéséhez legfontosabb adatokat a meteorológiai elemek és a kémiai légszennyezők szolgáltatják. Ezeknek az adatoknak a pollenszámokhoz való kapcsolatát a pollenklimatológia vizsgálja, amely még egy nagyon fiatal tudomány. Az első pollenszámszámlálások az 1960-as évekre tehetőek és mindössze 3 évtizeddel később készültek tudományos publikációk pollenkoncentrációs elemzésekről Európában. Nagyon fontos szakterületnek minősül napjainkban a nagyszámú pollen indukálta allergiás megbetegedés előrejelzése végett. A vizsgálandó meteorológiai tényezők közül a hőmérséklet és a csapadék változása hat a legnagyobb mértékben a parlagfűre. A legfontosabb időjárási elemeknek a hőmérséklet, a csapadék, a relatív páratartalom illetve az átlagos napi szélsébség számítanak (Csépe, 2018).

A teljes pollenkibocsátás körülbelül felét teszi ki az Ambrosia pollen (47,3%), azonban ez a meteorológiai tényezők függvényében nagymértékben változhat évről-évre (Author et al., 2005). A pollenadatokat több évre visszamenőleg megfigyelve látható, hogy a parlagfűszezón ciklikusan változik. Az viszont egyértelműen kimutatható, hogy a szezon hossza évről-évre nő, ami az évi középhőmérséklet növekedésének tudható be (Csépe, 2018). A periódus kezdete, időszaka és intenzitása, amikor a pollen jelen van a levegőben, évről-évre változik Dahl et al. (2013) tanulmánya szerint is. Ezenfelül különböző pollentípusok, országok de akár még napok szerint is változhat, mind a korábban említett intenzitás és az allergén tartalom mennyisége (Buters et al., 2012). A parlagfű pollenek esetén megfigyelhető a hosszú távú transzport a szél miatt, amellyel olyan területek is fertőzöttekké válnak, ahol a növény nem megtalálható (Kasprzyk, 2008).

A pollenek termelése és emissziója környezeti faktorok által szabályozott, ezeknek változása befolyásolja a fenológiát és az intenzitást. Ennek egy példája, hogy amikor a növény már kész a virágzás megkezdésére, ekkor a páratartalom és a besugárzás, tehát adott ideiglenes környezeti körülmények befolyással élnek a növényre (Dahl et al., 2013).

Az Ambrosia terjedése a klíma által limitálva van (Stach et al., 2007). Ezt Kasprzyk (2008)-as cikkében is említi, hogy az északi irányban való terjedési határa az 50° szélesség környékére tehető az északi félgömbön. A növény elterjedése azonban déli irányban is korlátozott, ugyanis a spanyolországi vidékek hosszú, forró nyári napjain a száraz levegő a

talaj túlzott kiszáradását eredményezi, amely nem kedvez az Ambrosiának. Ezenkívül még a fotoperiódus és a hőmérséklet meghatározó szerepet játszanak a növény disztribúciójában. A parlagfű a meleg, magas napfénytartalmú, száraz napokon virágzik a leginkább (*Saar et al.*, 2000). *Kasprzyk* (2008) a meleg kontinentális klíma szükségessége mellett még 2 fontos tényezőt is felvet, amely kedvez a növény virágzásának, illetve elterjedésének. Egyrészt, hogy ásványi anyagban gazdag legyen a talaj, másrészt pedig, hogy semleges vagy kissé savas pH-val rendelkezzen.

A parlagfű pollenkibocsátását vizsgálva a fő tényező a hőmérséklet, amely szignifikáns hatással bír a Földön élő szervezetek számára. A parlagfű sokféle szélsőséges időjárást elviselni képes faj, ezáltal a Föld több részén is képes megtelepedni. Azt a korrelációt fedezték fel a parlagfű pollenkibocsátása és a hőmérséklet között, hogy a hidegebb éveket követő időszakban a pollentermelés jelentősen megugrott. Az emelkedő hőmérséklet viszont olyan hatással bírt a növény pollenszórására, hogy nagyobb területet volt képes megfertőzni, és a pollenkoncentrációt is meg tudta növelni (*Csépe*, 2018).

Csépe (2018) disszertációjában 5 meteorológiai elemet (hőmérséklet, globálsugárzás, tengerszinti légnyomás, relatív páratartalom, átlagos napi szélsőérték) vizsgált faktoranalízissel, abból a célból, hogy az előző napi adatok hatással vannak-e a másnapi pollenkoncentráció mértékére. Az átlagos napi szélsőértéket leszámítva a hőmérséklet és a globálsugárzás egyenesen arányos, míg a relatív páratartalom és a tengerszinti légnyomás fordított arányosságot mutatott a parlagfű pollenterhelésével.

Magyarország déli országrészén a szárazabb és melegebb nyári napoknak köszönhetően nagyobb és hosszabb idejű pollenszórás figyelhető meg, mint az északi vidékeken. Azonban, ha az egész országot figyelembe vesszük, akkor az mondható el, hogy a fűszezon a legjelentősebb allergiás időszak, azon belül is a parlagfű bocsátja ki a legtöbb allergiás megbetegedést okozó pollent (*Járai-Komlódi*, 2000).

Az ürmlevelű parlagfűvel legszennyezettebb területek a Köppen osztályozás szerinti C kategóriába sorolhatóak, tehát a meleg mérsékelt övbe tartozó területek. Ezen kategóriába beletartoznak az óceáni Cf, mediterrán Cs és a téli száraz Cw területek. Nagyobb hőmérsékletingadozások jellemzőek a területekre, illetve a kategória nagy részében rendszeres hótakaró nem keletkezik, a csapadék pedig jellemzően frontális eredetű.

Ezek alapján az mondható el, hogy a pollenkibocsátás fő meghatározó tényezője a hőmérséklet, illetve a szél, amely képes akár hosszú távú transzportra is. Magyarország is a Köppen osztályozás szerinti C kategóriába sorolható, így megfelelő területnek minősül az *Ambrosia artemisiifolia* elterjedésében (*Ács and Breuer*, 2013).

III. 4. Klímaváltozás hatása a pollen kibocsátásra

Az már napjainkban is látszódik, hogy a növekvő földhasználat és annak változása nagymértékben hatással van a pollenkoncentráció növekedésére. Azt azonban még kevesen vizsgálták, hogy a klímaváltozás hatásai milyen mértékben befolyásolják a pollenszemek mennyiségét, méretét, terjedését, a növény fejlődését, nagyobb mértékű elterjedését vagy visszahúzódását. *Hamaoui-Laguel et al.* (2015) azt vizsgálta, hogy a parlagfű pollenkoncentrációja milyen mértékben fog növekedni 2050-re. Az eredmények azt mutatták, hogy a növekedés 2/3-át a klímaváltozás okozza, azon belül is a növekvő CO₂ tartalom és a fokozódó hőmérséklet a meghatározó faktorok, amelyeknek hatására a növény nagyobb területeken fog megjelenni, ezáltal több allergiás megbetegedést okozva világszerte. Összességében a modellek azt jelezték, hogy a mai átlagos parlagfű pollenkoncentráció 2050-re négyszeres értékeket fog mutatni (*Tombácz and Makra, 2007*). *Storkey et al.* (2014)-es értekezésében arra a megállapításra jutott, hogy a klímaváltozás az *Ambrosia artemisiifolia* északabbi területeken való elterjedését fogja eredményezni. Az előrejelzésre a Sirius 10 modellt használta, amely a klímaváltozás által bekövetkező meteorológiai faktorok változását vizsgálja a növényekre, illetve azt, hogy a helyi körülmények megfelelőek lesznek-e az elterjedéshez. Két klímaszcenáriót vizsgált: a 2030-2050 és a 2050-2070-es időszakokat. A vizsgálatok alapján Svédország, Egyesült Királyság és Dánia számítanak a potenciális terjedési régióknak, ugyanis ezeken a helyeken a hőmérséklet növekedése miatt kedvező körülmények lesznek a növény számára. A déli területeken, mint Dél-Olaszország, Spanyolország és Görögország, a hosszú száraz időszakok miatt nem fog elterjedni a növény. Azokon a területeken, ahol jelenleg is magas számú populációk vannak, azaz Magyarországon és a Rhône völgyében, az előrejelzések szerint nem fog jelentős mértékű növekedés bekövetkezni. *Vogl et al.* (2008) is azt vizsgálta tanulmányában, hogy a klímaváltozás milyen hatással lesz Európára, főleg Ausztriára nézve. 2050-re Ausztriában körülbelül 2°C-os hőmérsékletnövekedést valószínűsítene a klímaszimulációk, ezek alapján a modellek lineáris növekedést mutatnak a parlagfű pollenkoncentrációjában.

A növekvő CO₂ tartalom vizsgálata is fontos tényező a parlagfű terjedése szempontjából. *Ziska and Caulfield* (2000) a szén-dioxid szint emelkedésének hatásait vizsgálta, mind a növény növekedése, illetve a koncentráció emelkedése szempontjából az *Ambrosia artemisiifolia*-ra. Három időszakot vetett össze az iparosodás előtti (280 ppm), a 2000-ben

aktuális koncentrációt (370 ppm), illetve a 21. századra előrejelzett változást, amely 600 ppm.

Ziska et al. (2003) arra világított rá tanulmányában, hogy a megnövekedett CO₂-szint és a növekvő hőmérséklet kapcsolatban áll a nagyobb mennyiségű pollenszámokkal. Különböző szintű területeket vizsgált, olyan szempontból, hogy milyen mértékben voltak urbanizálódva. Az elemzéseket 2000 és 2001 között végezték el, amelyek azt mutatták, hogy a városokban a parlagfű gyorsabban nőtt, korábban virágzott (3-4 nappal), és nagyobb mennyiségű levegőbeli pollenkoncentrációt is indukált, mint a vidéki területeken. Mindezek a 30%-kal magasabb koncentrációjú szén-dioxidnak és az átlagosan 1°C-kal magasabb hőmérsékleti értékeknek volt köszönhető. Ezek a számbeli különbségek már az elővárosi helyszíneken is megmutatkoztak. Azonban a biológiai szempontot is fontos számításba venni, amely a humán egészség nézőpontjából nem egy elkerülhető aspektus, az *Ambrosia artemisiifolia* antigén proteinje, tehát az allergenitása, szignifikánsan magasabb számokat produkált a vidéki területek farmjain. *Ziska and Beggs* (2012) majdnem 10 évvel későbbi cikkében 2-szer, illetve 4-szer magasabb CO₂ szintet feltételezett az IPCC jelentések alapján a 2100-as évekre a 18. századi szinthez képest. Az 1-2 °C-os hőmérséklet növekedés itt már nem csak a pollenszámok mennyiségének növekedését fogja szerinte indukálni, hanem az átmérő is növekedni fog. Ahogy azt már *Storkey et al.* (2014) és *Vogl et al.* (2008) cikkében is a láttuk, a parlagfű további elterjedése északi irányban fog megvalósulni, a klímaváltozás hatását elemezve *Ziska and Beggs* (2012) is erre a megállapításra jutott.

A szélsőséges időjárás, amely a klímaváltozás hatására egyre gyakoribb jelenség lesz, a későbbi évtizedekben a pollenszemek szél általi nagyobb sávban való elterjedését fogja eredményezni. Ennek fő okai a meteorológiai faktorok közül a páratartalom és a magasabb hőmérséklet. Az antropogén hatás növeli az ózonkoncentrációt is, amely ugyancsak növelheti a klinikai hatásokat. Tehát összességében azt mondható el, hogy jelentős összefüggés van a pollenkoncentráció növekedése és a klímaváltozás, azon belül is a növekvő CO₂-szint és hőmérséklet között.

III. 5. Hosszú távú transzport

A tanulmányok többsége relatíve kis távolságban vizsgálja a pollen lerakódását, nagyrészt csak olyan területeken, ahol a növény megtalálható, holott számos vizsgálat alapján kiderült, hogy a pollenszemek hosszú távú transzportra is képesek kis méretük miatt (*Bullock et al.*, 2010). Ez a szennyezett régiók esetében a pollenszezon meghosszabbodását indukálhatja,

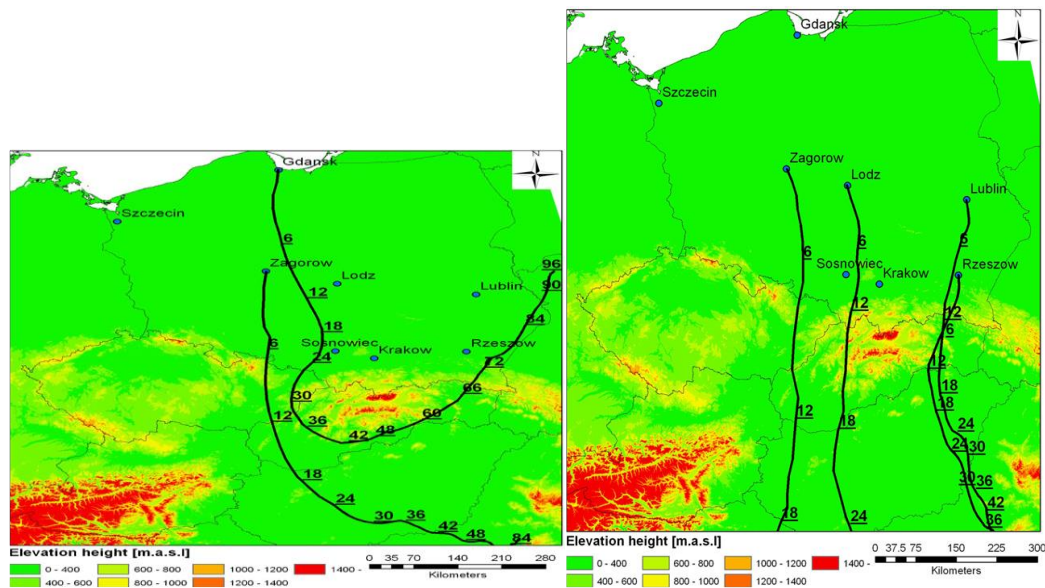
illetve új szenzitizációt alakíthat ki azokon a területeken, ahol nem jellemző a növény megjelenése (Cecchi *et al.*, 2007).

A parlagfű nagy társulásokban található meg, amely a virágzási szezon alatt akár 1 milliárd pollenszem kibocsátására is képes (Bullock *et al.*, 2010). Járai-Komlódi (2000) és Makra *et al.* (2015) tanulmányaikban Magyarország parlagfű pollen kibocsátását vizsgálva napi átlagnak 2000 pollenszem/cm³, évi átlagnak pedig 20 000 pollenszem/cm³ levegőben lévő tartalmat határoztak meg. A hőmérséklettel és a relatív páratartalommal összefüggésben a parlagfű virágzásában napi periodicitás figyelhető meg, amely délelőtt 06:30 és 08:00 óra közé tehető, ezt Bianchi *et al.* (1959) határozta meg cikkében. Ezek alapján azt mondta, hogy a virágok 30-120 percet vannak nyitott állapotban, és ez idő alatt a pollenszemek a fürtökbe esnek. Így arra a következtetésre jutott, hogy a pollenszemek ezen időszak után kerülhetnek a légkörbe a szél szállító erejének segítségével. Azt is megfigyelte, hogy a koncentráció maximuma a délelőtti órákra tehető a virágzással összefüggésben, azonban ennek intervalluma pontosan nem határozható meg. Ezek alapján ha a pollensapdák az éjjeli órákban, illetve a kora délelőtti időszakokban tartalmazznak pollenszemeket, akkor két különböző megállapításra is juthatunk. Egyrészt a napközben fennálló konvekció miatt az előző napi légkörben megmaradt részecskéket tapasztalhatjuk, amelyek az éjszakai hőmérséklet csökkenés által alsóbb szintekre ereszkednek a légkörben. Másrészt viszont hosszú távú transzportra következtethetünk (Smith *et al.*, 2008).

Néhány időjárási helyzet fennállása esetén a parlagfű pollenszemei nagy távolságok megtételére is képesek, általánosságban ez 60-200 km közé tehető, de szokatlan körülmények indikálta helyzetekben akár 1000 km-es távot is utazhatnak (Bullock *et al.*, 2010). Egyes területeken a kibocsátott pollenszámot vizsgálva látható, hogy nagyobb számban rakódnak le a szemek a környező területeken, mint amelyek részt vesznek hosszú távú transzportban (Sofiev, 2017). A forrásterület mérete kulcsfontosságú szempont, ugyanis úgy gondolják, hogy nagyobb források több pollent termelnek, ezáltal növelve a valószínűségét annak, hogy nagy távolságokba fog eljutni (Šikoparija *et al.*, 2013). A nappali órákban száraz napos időszakok során a konvekció által a pollenszemek felemelkednek nagy magasságokba, míg éjjel a hidegebb hőfokok miatt alacsonyabb magasságokba ereszkednek. Ilyenkor a planetáris határréteg nappal több ezer méter mélységet is elérhet, míg az éjszakai órákban néhány száz méterre csökken. A pollenszemek jellemzően az egész planetáris határrétegben megtalálhatóak, ugyanis a konvekció során követik annak fejlődését. Ezért akár több 1000 m-es magasságokban is előfordulhat nagy

pollenkonzentráció (*Smith et al.*, 2008). Az intenzív vertikális légköri keveredés felemeli a kis pollenszemeket, amelyek ezáltal hosszú távú transzportra lesznek képesek (*Sofiev*, 2017). *Cecchi et al.* (2007) 4 olaszországi várost vizsgált 2002 és 2004 között. A tanulmány fő célja az volt, hogy a pollen- és a meteorológiai adatok összehasonlításával megfigyelje a transzport mértékének alakulását. Időjárási térképek elemzésével és a backward trajektóriák számításával a vizsgálat kimutatta, hogy főleg a keletről érkező légtömegek tartalmazhatnak pollenszemeket Olaszországban. A megfigyelés azt sugallta, hogy a központi városok kizárólag a távolsági szállítás miatt fertőzöttek a parlagfű pollenjével. A pollenszemek szórványos megjelenése több kilométeres távolságokban mérhető, ez hosszú távú transzportra enged következtetni olyan területeknél is, amelyek akár hegyekkel is el vannak választva a forrásterülettől. A tanulmány alapján a hosszú távú transzport miatt kialakult pollenszennyezettség a klinikai határ felett volt (*Cecchi et al.*, 2007). Magasabb rétegekben hosszú távú transzport során, ahol a pollenszem szélsőséges meteorológiai tényezőknek van kitéve, mint a levegő hőmérséklete, páratartalma és a napsugárzás, elveszik, vagy sok esetben csökken az allergenitása (*Cecchi et al.*, 2010). Azonban *Starfinger* (2009)-es cikkében még azt állítja, hogy a levegőben megtett több száz kilométeres táv után sem vesznek el allergenitásukat.

Számos tanulmányban vizsgáltak olyan eseteket, amikor allergiás betegségek felléptek, viszont a növény vagy nem volt megtalálható, vagy még virágzása nem kezdődött meg a vizsgált területen. Magyarország és Szlovákia erősen szennyezett régióknak számítanak a parlagfű szempontjából, ezért *Smith et al.* (2008) ezt a területet jelölte meg a Lengyelországban fellelhető pollenek feltételezhető forrásának. Mindamellet Nyugat-Lengyelországba Ukrajnából is érkeznek pollenszemek a backward trajektóriák alapján (*Kasprzyk et al.*, 2011).



3. ábra Lengyelországi transzportútvonalak (2005. szeptember 07. és szeptember 10.)
(Smith et al., 2008)

Saar et al. (2000) Észtország és Litvánia vidékein megjelenő polleneket detektálva arra megállapításra jutott, hogy a potenciális források Ukrajna és Délkelet-Oroszország területeire tehetőek. Sok esetben olyan is előfordul, hogy Magyarországon déli levegőtömegek által szállított allergének által a pollenszezon előtt is magas koncentrációt lehet mérni, ezt a viselkedést Šikoparija et al. (2009) vizsgálta. A transzportútvonalak ismerete fontos a napi pollenszámok előrejelzése szempontjából (Sofiev, 2017).

A szezonális pollen index (SPI) egy gyakran használt mennyiség, amely meghatározza a pollenszezon súlyosságát. A légköri transzport is befolyásoló tényezőnek számít az SPI alakulásában, főleg a fafajok esetében, amikor a pollenszemek nagyobb magasságokat tudnak elérni. Nagyon fontos faktornak számítanak az előző évi fenológiai és hőmérsékleti adatok, amelyek a tanulmányok alapján inkább a fűfélék esetében játszanak meghatározó szerepet (Sofiev, 2017).

A részecskék a szél által kerülnek mozgásba, és a turbulencia szétszórja őket nagy területen. A magasság határozza meg azt, hogy milyen távolságba juthatnak el és rakódhatnak le a pollenek. Ez magyarázattal szolgál arra, hogy parlagfűvel nem szennyezett országokban is van lehetőség a növény pollenjével találkozni.

A hosszútávú transzport detektálására a HYLSPIT-4 modellt (HYLSPIT Single Particle Lagrangian Integrated Trajectories) használják, amely a Lagrange-i trajektóriamodellek elve alapján működik. Ez a modell képes pollenszemek pályájának számítására, legyen az időben visszafelé számított (backward) vagy időben előre számított (forward) trajektória, ezenkívül

a turbulens diffúziót és az ülepedést is figyelembe veszi. Ezeket a vizsgálatokat akár egyetlen, de nagy mennyiségű levegőben lévő pollenszem emissziója során is lehet alkalmazni. Egy megadott időintervallumra számolja ki a pályákat, ezeknek a kezdete a felhasználó által megadott időpont és földrajzi hely. Egy időpontra több magassági pont is számítható, mivel sok esetben a légkör különböző részein más régiókból szállított pollenek találhatóak meg (*Tombác and Makra, 2007*).

IV. 6. Előrejelzési modellek

A pollenkoncentráció predikciója rendkívül fontos, az eddigi feldolgozott tanulmányok vizsgálatai alapján a fűféléké kiváltképpen, ugyanis a legfontosabb légkörben fellelhető allergének közé tartoznak. A légköri koncentráció folyamatos megfigyelésével gyűjthetünk megfelelő mennyiségű információt a pollenekről (*Kmenta et al., 2014*). Annak érdekében, hogy az allergiás megbetegedéseket okozó pollenek napi koncentrációját meg tudjuk határozni, szükség van előrejelzési modellekre (*Prank et al., 2016*). Számos modell áll rendelkezésre a pollenek koncentrációjának vizsgálatára, azonban ezek nem veszik figyelembe a terjedés összes meghatározó tényezőjét, ezért nem képesek tökéletesen pontos adatok szolgáltatására (*Bullock et al., 2010*).

A pollenszámok előrejelzésére többfajta módszert is használnak a meteorológusok. Egyrészt megkülönböztetünk olyan módszert, amelyek egy adott hely, pl. Szeged 10 éves adatait hasonlítják össze. Ezek az adatok lehetnek a hőmérséklet, a csapadék, a szél, a relatív páratartalom, amelyek alapján adott napra előrejelzést tudnak készíteni statisztikai eljárások segítségével. A pollenszámok előrejelzésének ezen formája mutatkozik könnyebben kezelhetőnek és ezáltal egyszerűbb módszernek (*Csépe, 2018*).

Léteznek többváltozós statisztikai módszereken alapuló algoritmusok, illetve neurális hálózaton alapuló rendszerek. Mivel a meteorológiai tényezők a fő meghatározói a pollenkoncentráció napi alakulásának, így ezt a hatást szükséges vizsgálni. A többváltozós statisztikai módszerek esetén használhatunk lineáris regressziót. Az algoritmus alkalmazásához szükség van magyarázó változókra, amelyek a meteorológiai faktorok, illetve a célváltozóra, ami a pollenkoncentráció. A meteorológiai faktorok közül a hőmérséklet, a globálsugárzás, a relatív légnedvesség, a légnyomás, a szélsébség, illetve az előző napi pollenkoncentrációk szükségesek ahhoz, hogy reális adatokat kapjunk a számításokkal. A másik fajta algoritmus a neurális hálók alapján működik. Ennek is több változata van, amely jó eredményekkel képes előrejelzéseket készíteni. A co-evolutive, a

multi-player perceptron, illetve a support vector regressziós módszerek 80-90%-os pontossággal dolgoznak. Ezen algoritmus magyarázó és célváltozói is a többváltozós statisztikai módszereknél ismertetett módon működnek. Ezeket a rendszereket folyamatosan fejlesztik a pontos pollenadatok szolgáltatása érdekében (Csépe, 2018).

A másik módszer, amellyel meghatározhatjuk a pollenszámok alakulását, az úgynevezett folyamatleíró modellek, amelyek sokkal bonyolultabb számításokat és programozást, illetve hosszabb időt igényelnek, mint a korábban említett technika. Ezek közül a két legfontosabb előrejelzési modell a parlagfűpollen szempontjából a SILAM és a COSMO-ART (Vogel *et al.*, 2008), amelyek a nyírt, az olívát, a füveket, az éget és a fekete ürömet is modellezik Európára korlátozódva. Ezek a modellek az elsők, amelyek képesek már az emissziót és a diszperziót is számítani (Pauling *et al.*, 2013, Prank *et al.*, 2016). Ezek az előrejelzési modellek azért bonyolultabbak, mivel több specifikus modell, mint pl. fenológiai, transzport, időjárás modell összességéből épülnek fel, ugyanis a diszperziós modellek használatához több bemenő komponensre van szükség a megfelelő eredmények elérése érdekében (Zink *et al.*, 2013). Egyrészt szükség van emissziót detektáló és fenológiai modellekre, amelyek segítségével meghatározhatóak a vizsgált növények elterjedési régiói, illetve, hogy mely területeken bocsájtják ki a pollenszemeket. Másrészt a transzportmodellek is lényeges szerepet játszanak, ugyanis ezekben vehetők figyelembe a meteorológiai faktorok, amelyek meghatározóak a pollen hosszú távú transzportja szempontjából (Sofiev, 2017). A folyamatleíró modelleket érdemes olyan esetekben használni, amikor nagy terület vizsgálatát szeretnénk elvégezni, vagy a hosszú távú transzportnak jelentős szerepet tulajdonítunk.

A parlagfű európai uniós feltérképezése céljából a szennyezett területeket 10-50 km-es elosztási

térképeken ábrázolják, ún. terjedési térképeken, amelyekhez adatokat a European Forest Institute szolgáltat, így könnyebben importálhatóakká válnak a számításokba (Sofiev, 2017). Ez igencsak nehéz feladatnak bizonyul a növény invazív tulajdonsága miatt, ugyanis az újonnan kolonizált területek sok esetben nem kerülnek nyilvántartásba, így ezek az előrejelzésből is kimaradnak. Ebből kifolyólag a pollenkoncentráció előrejelzése szempontjából a legfontosabb és legbizonytalanabb bemenő adatnak számít a parlagfű területi elhelyezkedése. Ökológiai modellek segítségével próbálják ezt a problémát kiszűrni az eredményesebb prognózis érdekében. Ez a modell a parlagfű invazív tevékenységét vizsgálja figyelembe véve a klimatológiai körülményeket, mint például a hőmérséklet a vegetatív szezón során, a rendelkezésre álló nedvesség, illetve a földterület alkalmassága a

növény szempontjából, és a betelepített területek vetőmag-elterjedése (*Bullock et al.*, 2010). A fenológiai adatok is évről-évre változnak, ugyanis a pollenszezon kezdete és vége az időjárás által befolyásolt. Olyan fenológiai modelleket használnak a SILAM-nál, mint a hőmérsékletösszegezen alapuló modell, illetve a fix naptári napok rendszere (*Prank et al.*, 2013). *Deen et al.* (1998) módszere képes megállapítani, hogy mely területek megfelelőek a parlagfű elterjedéséhez. Ennek eléréséhez a fotoperiódus és a hőmérsékleti adatok vizsgálata szükséges. Az elemzések során azt is figyelembe veszik a parlagfű pollenkibocsátásának vizsgálata során, hogy a növény virágzása csak a nyári napforduló után kezdődhet el, ugyanis a napi fényperiódusnak legalább 14,5 órának kell lennie. Azonban a populáció élőhelyének detektálása nem elég a teljes szennyezett terület feltérképezéséhez, ugyanis a parlagfű pollenje képes nagy távolságokat is utazni a levegőben (*Bullock et al.*, 2010). Ezáltal a légköri körülmények leírása ugyanolyan fontos, mint az emissziót végző terület karakterisztikái (*Sofiev*, 2017).

Összességében az mondható el, hogyha városokra korlátozódva szeretnénk a napi pollenkoncentrációt meghatározni, abban az esetben célszerűbb az első, méréseken alapuló módszert alkalmazni. Olyan terület alkalmával is érdekesebb ilyen módon eljárni, hogyha az adott városra nincsenek több éves adataink, azonban a közelében lévő területre igen. Azonban, hogyha nagyobb, a mérési pontoktól távol eső területek pollenkoncentrációjára vagyunk kíváncsiak, abban az esetben érdekesebb a folyamatleíró modelleket, mint pl. a SILAM-ot alkalmazni. (*Sofiev et al.*, 2008)

Összefoglalás

A pollenek olyan levegőbe került aeroszol részecskék, amelyek allergén hatásuk miatt mind egészségügyi, mind gazdasági szempontból jelentős károkat okoznak. A pollenek terjedésének, koncentrációjának, illetve a meteorológiai tényezőkkel való kapcsolatának vizsgálata ezért rendkívül fontos.

Szakedolgozatomban az allergén pollenek közül az ürümlevelű parlagfűvet választottam, amely az igen erősen allergén pollenek kategóriájába tartozik, és invazív tulajdonsága miatt a legnagyobb mértékben megbetegedést okozó növényfaj.

Az első fejezetben bemutattam a pollenszórási időszakot Magyarországon és Európa azon területein is, ahol jelentős megbetegedések történnek. A parlagfű mindössze 100 év alatt meghódította majdnem egész Európát, és az előrejelzések alapján a klímaváltozás hatására további elterjedése várható északi irányban.

Láthattuk, hogy az irtás nem megfelelően történik a parlagfű szempontjából, de igazából a megelőzés lenne a legfontosabb eszköz arra, hogy megállítsuk a növény további terjedését, azonban erre nagyobb összefogásra lenne szükség. Az allergiás megbetegedések egyre több embert érintenek.

Mindezek miatt a parlagfű légköri terjedésének és jelenlétének monitorizálása kiemelt fontosságú. Láthattuk, hogy az egyes állomásokon egységesített rendszer alapján információkat nyerhetünk a pollenszámok alakulásáról. A meteorológiai faktorok ismeretében a szakemberek előrejelzéseket tudnak készíteni annak érdekében, hogy az allergiában szenvedő betegek számára pontos információkat tudjanak nyújtani.

Azonban az olyan növényeknél, mint a parlagfű, amelynek pollenje hosszú távú légköri terjedésre képes, a pollenkoncentráció előrejelzése rendkívül nehéz feladatnak bizonyul. Magyarország a legszennyezettebb területek közé tartozik, így nagyon magas koncentrációkat figyelhetünk meg. Különösen olyan események alkalmával, amikor déli irányból érkeznek a légtömegek, ahol a virágzási időszak már elkezdődött, illetve előrébb haladott, kritikus mértékű megbetegedések lépnek fel hazánkban.

Összességében az mondható el, hogy a pollenkoncentráció vizsgálata rendkívül fontos, így folyamatosan fejleszteni kell mind a meteorológiai, mind az orvostudományi tudásunkat annak érdekében, hogy az allergiás megbetegedéseket vissza tudjuk szorítani.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom családomnak, páromnak, barátaimnak és csoporttársaimnak is a türelemért és kitartásra való ösztönzésért. Köszönöm, hogy mindig fordulhattam hozzájuk segítségért és kérdéseimmel. Végül szeretném megköszönni témavezetőmnek Leelőssy Ádámnak a témaválasztásban, a szakmai segítségben, az iránymutatásban és a dolgozat elkészítésében nyújtott támogatását.

Irodalomjegyzék

- Ács, F., and Breuer, H., 2013: Biofizikai éghajlat-osztályozási módszerek. Eötvös Loránd Tudományegyetem
- Apatini D., Replyuk E., Novák E., and Dr. Páldy A., 2007: Fűből - fából ránk törő pollenáradat, Országos Közegészségügyi Intézet
- Author, L.M.C., Juhász, M., Béczi, R., and Borsos, E., 2005: The history and impacts of airborne Ambrosia (Asteraceae) pollen in Hungary. *Grana*, 44, 57–64. doi:10.1080/00173130510010558
- Bastl, K., Kmenta, M., Jäger, S., Bergmann, K.-C., EAN, and Berger, U., 2014: Development of a symptom load index: enabling temporal and regional pollen season comparisons and pointing out the need for personalized pollen information. *Aerobiologia*, 30, 269–280. doi:10.1007/s10453-014-9326-6
- Beres, I., Kazinczi, G., and Narwal, S.S., 2002: Allelopathic plants. 4. Common ragweed (*Ambrosia elatior* L. Syn *A. artemisiifolia*). *Allelopathy Journal*, 9, 27–34.
- Bianchi, D.E., Schwemmin, D.J., and Wagner Jr., W.H., 1959: Pollen Release in the Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*), *Botanical Gazette*, doi:10.1086/336030
- Bousquet J., Heinzerling L., Bachert C., Papadopoulos N. G., Bousquet P. J., Burney P. G., Canonica G. W., Carlsen K. H., Cox L., Haahtela T., Lodrup Carlsen K. C., Price D., Samolinski B., Simons F. E. R., Wickman M., Annesi-Maesano I., Baena-Cagnani C. E., Bergmann K. C., Bindeslev-Jensen C., Casale T. B., Chiriac A., Cruz A. A., Dubakiene R., Durham S. R., Fokkens W. J., Gerth-van-Wijk R., Kalayci O., Kowalski M. L., Mari A., Mullol J., Nazamova-Baranova L., O’Hehir R. E., Ohta K., Panzner P., Passalacqua G., Ring J., Rogala B., Romano A., Ryan D., Schmid-Grendelmeier P., Todo-Bom A., Valenta R., Woehrl S., Yusuf O. M., Zuberbier T., and Demoly P., 2011: Practical guide to skin prick tests in allergy to aeroallergens. *Allergy*, 67, 18–24. doi:10.1111/j.1398-9995.2011.02728.x
- Braun-Fahrlander, C., Wüthrich, B., Gassner, M., Grize, L., Sennhauser, F.H., Varonier, H.S., and Vuille, J.-C., 1997: Validation of a rhinitis symptom questionnaire (ISAAC core questions) in a population of Swiss school children visiting the school health services. *Pediatric Allergy and Immunology*, 8, 75–82. doi:10.1111/j.1398-3038.1997.tb00147.x
- Bullock, J., Chapman, D., Schafer, S., Roy, D., Girardello, M., Haynes, T., Beal, S., Wheeler, B., Dickle, I., Phang, Z., Tinch, R., Civic, K., Delbaere, B., Jones-Walters, L., Hilbert, A., Schrauwen, A., Prank, M., Sofiev, M., Niemela, S., Raisanen, P., Lees, B., Skinner, M., Finch, S. and Brough, C., 2010: *Assessing and controlling the spread and the effects of common ragweed in Europe*, National Environment Research Council, UK
- Burbach, G.J., Heinzerling, L.M., Röhnelt, C., Bergmann, K.-C., Behrendt, H., and Zuberbier, T., 2009: Ragweed sensitization in Europe – GA2LEN study suggests increasing prevalence. *Allergy*, 64, 664–665. doi:10.1111/j.1398-9995.2009.01975.x
- Buters, J.T.M., Thibaudon, M., Smith, M., Kennedy, R., Rantio-Lehtimäki, A., Albertini, R., Reese, G., Weber, B., Galan, C., Brandao, R., Antunes, C.M., Jäger, S., Berger, U., Celenk, S., Grewling, L., Jackowiak, B., Sauliene, I., Weichenmeier, I., Pusch, G., Sarioglu, H., Ueffing, M., Behrendt, H., Prank, M., Sofiev, M., and Cecchi, L., 2012: Release of Bet v 1 from birch pollen from 5 European countries. Results from the HIALINE study. *Atmospheric Environment*, 55, 496–505. doi:10.1016/j.atmosenv.2012.01.054

- Cardona V., Demoly P., Dreborg S., Kalpaklioglu A. F., Klimek L., Muraro A., Pfaar O., Popov T. A., and Hoffmann H. J., 2017: Current practice of allergy diagnosis and the potential impact of regulation in Europe. *Allergy*, 73, 323–327. doi:10.1111/all.13306
- Cebrino, J., Cruz, S.P. de la, Barasona, M.J., Alcázar, P., Moreno, C., Domínguez-Vilches, E., and Galán, C., 2017: Airborne pollen in Córdoba City (Spain) and its implications for pollen allergy. *Aerobiologia*, 33, 281–291. doi:10.1007/s10453-016-9469-8
- Cecchi, L., Malaspina, T.T., Albertini, R., Zanca, M., Ridolo, E., Usberti, I., Morabito, M., Dall'Aglio, P., and Orlandini, S., 2007: The contribution of long-distance transport to the presence of Ambrosia pollen in central northern Italy. *Aerobiologia*, 23, 145–151. doi:10.1007/s10453-007-9060-4
- Cecchi, L., Testi, S., Campi, P., and Orlandini, S., 2010: Long-distance transport of ragweed pollen does not induce new sensitizations in the short term. *Aerobiologia*, 26, 351–352. doi:10.1007/s10453-010-9164-0
- Csépe Z., 2018: Weather related ragweed pollen levels and prediction of ragweed pollen concentration for Szeged, Hungary. PhD értekezés, Szegedi Tudományegyetem.
- Dahl, Å., Galán, C., Hajkova, L., Pauling, A., Sikoparija, B., Smith, M., and Vokou, D., 2013: The Onset, Course and Intensity of the Pollen Season, In: Allergenic Pollen. Springer, Dordrecht, 29–70. doi:10.1007/978-94-007-4881-1_3
- D'amato, G., and Spieksma, F.T.M., 1991: Allergenic pollen in Europe. *Grana*, 30, 67–70. doi:10.1080/00173139109427772
- D'amato, G., and Spieksma, F.T.M., 1992: European allergenic pollen types. *Aerobiologia*, 8, 447–450. doi:10.1007/BF02272914
- D'Amato, G., Cecchi, L., Bonini, S., Nunes, C., Annesi-Maesano, I., Behrendt, H., Liccardi, G., Popov, T., and Van Cauwenberge, P., 2007: Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy*, 62, 976–990. doi:10.1111/j.1398-9995.2007.01393.x
- D'Amato, G., and Cecchi, L., 2008: Effects of climate change on environmental factors in respiratory allergic diseases. *Clinical & Experimental Allergy*, 38, 1264–1274. doi:10.1111/j.1365-2222.2008.03033.x
- Deen, W., Hunt, A., and Swanton, C., 1998: Photothermal Time Describes Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) Phenological Development and Growth, Cambridge University Press
- Erbas, B., Chang, J.-H., Dharmage, S., Ong, E.K., Hyndman, R., Newbiggin, E., and Abramson, M., 2007: Do levels of airborne grass pollen influence asthma hospital admissions? *Clinical & Experimental Allergy*, 37, 1641–1647. doi:10.1111/j.1365-2222.2007.02818.x
- Farkasné Sz.A., 2003: A parlagfű (*Ambrosia Artemisiifolia* L.) jelenléte és borítási százalékanak változása különböző művelési eljárások hatására, *Növényvédelem*, 10., 303-311.
- Hodgins, K., and Rieseberg, L., 2011: Genetic differentiation in life-history traits of introduced and native common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) populations. *Journal of Evolutionary Biology*,. doi:10.1111/j.1420-9101.2011.02404.x
- Járai-Komlódi, M., 2000: Some details about ragweed airborne pollen in Hungary. *Aerobiologia*, 16, 291–294. doi:10.1023/A:1007660804839
- Kasprzyk, I., 2008: Non-native pollen in the atmosphere of Rzeszów (SE Poland); evaluation of the effect of weather conditions on daily concentrations and starting dates of the pollen season. *International Journal of Biometeorology*, 52, 341. doi:10.1007/s00484-007-0129-0
- Kasprzyk, I., Myszkowska, D., Grewling, Ł., Stach, A., Šikoparija, B., Ambelas Skjøth, C., and Smith, M., 2011: The occurrence of *Ambrosia* pollen in Rzeszów, Kraków and

- Poznań, Poland: investigation of trends and possible transport of Ambrosia pollen from Ukraine. *International Journal of Biometeorology*, 55, 633–644. doi:10.1007/s00484-010-0376-3
- Kazinczi, G., Béres, I., Novák, R., Bíró, K., and Pathy, Z., 2008: Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*): a review with special regards to the results in Hungary. I. Taxonomy, origin and distribution, morphology, life cycle and reproduction strategy. *Herbologia*, 9, 55–91.
- Kinaciyan, T., Nagl, B., Faustmann, S., Frommlet, F., Kopp, S., Wolkersdorfer, M., Wöhrl, S., Bastl, K., Huber, H., Berger, U., and Bohle, B., 2018: Efficacy and safety of 4 months of sublingual immunotherapy with recombinant Mal d 1 and Bet v 1 in patients with birch pollen-related apple allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 141, 1002–1008. doi:10.1016/j.jaci.2017.07.036
- Kiss, L., and Béres, I., 2006: Anthropogenic factors behind the recent population expansion of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Eastern Europe: is there a correlation with political transitions? *Journal of Biogeography*, 33, 2156–2157. doi:10.1111/j.1365-2699.2006.01633.x
- Kmenta, M., Bastl, K., Jäger, S., and Berger, U., 2014: Development of personal pollen information—the next generation of pollen information and a step forward for hay fever sufferers. *International Journal of Biometeorology*, 58, 1721–1726. doi:10.1007/s00484-013-0776-2
- Leynaert, B., Neukirch, C., Liard, R., Bousquet, J., and Neukirch, F., 2000: Quality of Life in Allergic Rhinitis and Asthma. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 162, 1391–1396. doi:10.1164/ajrccm.162.4.9912033
- Makra, L., Juhász, M., Borsos, E., and Béczi, R., 2004: Meteorological variables connected with airborne ragweed pollen in Southern Hungary. *International Journal of Biometeorology*, 49, 37–47. doi:10.1007/s00484-004-0208-4
- Makra, L., Matyasovszky, I., and Áron József Deák, 2011: Trends in the characteristics of allergenic pollen circulation in central Europe based on the example of Szeged, Hungary, *Atmospheric Environment*, 45, 6010–6018.
- Makra, L., Hufnagel, L., Matyasovszky, I., and Tusnády, G., 2015: The history of ragweed in the world. *Applied Ecology and Environmental Research*, 13. doi:10.15666/aeer/1302_489512
- Małgorzata, P., 2004: Ragweed pollen in the air of Szczecin. *Annual Agricultural Environmental Medicine*, 1–5.
- Mander, L., Li, M., Mio, W., Fowlkes, C.C., and Punyasena, S.W., 2013: Classification of grass pollen through the quantitative analysis of surface ornamentation and texture. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 280, 20131905. doi:10.1098/rspb.2013.1905
- Mányoki, G., Apatini, D., Novák, E., Dr. Magyar, D., Bobvos, J., Bobvos, G., Málnási, T., Elekes, P., and Dr. Páldy, A., 2011: Parlagfű helyzetkép és megoldási javaslatok az Aerobiológiai Hálózat mérései alapján és az OKI-AMO feldolgozásában. Országos Közegészségügyi Intézet, Budapest.
- Muraro A., Steelant B., Pietikainen S., Borrelli D., Childers N., Callebaut I., Kortekaas Krohn I., Martens K., Pugin B., Popescu F.-D., Vieru M., Jutel M., Agache I., and Hellings P. W., 2017: European symposium on the awareness of allergy: report of the promotional campaign in the European Parliament (26–28 April 2016). *Allergy*, 72, 173–176. doi:10.1111/all.13058
- Oh, J.-W., 2009: Development of Pollen Concentration Prediction Models. *Journal of the Korean Medical Association*, 52, 579–591. doi:10.5124/jkma.2009.52.6.579

- Páldy A., Apatini D., Collindné H Z., Erdei E., Farkas I., Hardy T., Józsa E., Magyar D., Replyuk E., Barták G., Csontos F., Gallovich E., Oravec A., Szeleczi T., Farkas L., Tarkóné S A., Homonnai Z., Lengyelne I., Menner P., Nagy B., Péntekné B E., Morozik L., Szabó H., Wimmer J., Laczik M., Borsányi A., Galambosiné M É., Kis S., Somogyi Z., Bugir Z., Kulja A., Szintainé D J., Tóth Z., Dulné H T., Józsa K., Klatsmányi J., Németh I., Szalainé K., and Nádor G., 2006: Magyarország parlagfű szennyezettsége 2000-2005. *Egészségtudomány*, 3–24.
- Patkó, Z., Bozsik, N., Koncz, G., and Láposi, R., 2018: A Parlagfű Elleni Hatósági Védekezés Vizsgálata Komárom-Esztergom Megyében. *Acta Carolus Robertus, Volume 8*.
- Pauling, A., Zink, K., Vogel, H., Vogel, B., and Gehrig, R., 2013: 155 Pollen Forecasts for Switzerland Based on the Numerical Pollen Dispersion Model Cosmo-art. *Respiration*, 85.
- Prank, M., Chapman, D.S., Bullock, J.M., Belmonte, J., Berger, U., Dahl, A., Jäger, S., Kovtunen, I., Magyar, D., Niemelä, S., Rantio-Lehtimäki, A., Rodinkova, V., Sauliene, I., Severova, E., Sikoparija, B., and Sofiev, M., 2013: An operational model for forecasting ragweed pollen release and dispersion in Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 182–183, 43–53. doi:10.1016/j.agrformet.2013.08.003
- Prank, M., Sofiev, M., Siljamo, P., Kauhaniemi, M., and European Aeroallergen Network, 2016: Increasing the Number of Allergenic Pollen Species in SILAM Forecasts, In: Air Pollution Modeling and Its Application XXIV, Springer Proceedings in Complexity (eds. Steyn, D.G., and Chaumerliac, N.). Springer International Publishing, 313–317.
- Saar, M., Gudžinskas, Z., Plompuu, T., Linno, E., Minkienė, Z., and Motiekaitytė, V., 2000: Ragweed plants and airborne pollen in the Baltic states. *Aerobiologia*, 16, 101–106. doi:10.1023/A:1007670229308
- Šikoparija, B., Smith, M., Skjøth, C.A., Radišić, P., Milkovska, S., Šimić, S., and Brandt, J., 2009: The Pannonian plain as a source of Ambrosia pollen in the Balkans. *International Journal of Biometeorology*, 53, 263–272. doi:10.1007/s00484-009-0212-9
- Šikoparija, B., Skjøth, C.A., Alm Kübler, K., Dahl, A., Sommer, J., Grewling, Ł., Radišić, P., and Smith, M., 2013: A mechanism for long distance transport of Ambrosia pollen from the Pannonian Plain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 180, 112–117. doi:10.1016/j.agrformet.2013.05.014
- Smith, M., Skjøth, C.A., Myszkowska, D., Uruska, A., Puc, M., Stach, A., Balwierz, Z., Chlopek, K., Piotrowska, K., Kasprzyk, I., and Brandt, J., 2008: Long-range transport of Ambrosia pollen to Poland. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148, 1402–1411. doi:10.1016/j.agrformet.2008.04.005
- Sofiev, M., Galperin, M., and Genikhovich, E., 2008: A Construction and Evaluation of Eulerian Dynamic Core for the Air Quality and Emergency Modelling System SILAM, In: Air Pollution Modeling and Its Application XIX, Springer International Publishing, 699–701.
- Sofiev, M., 2017: On impact of transport conditions on variability of the seasonal pollen index. *Aerobiologia*, 33, 167–179. doi:10.1007/s10453-016-9459-x
- Solé, D., Wandalsen, G.F., Camelo-Nunes, I.C., and Naspitz, C.K., 2006: Prevalence of symptoms of asthma, rhinitis, and atopic eczema among Brazilian children and adolescents identified by the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC): phase 3. *Jornal de Pediatria*, 82, 341–346. doi:10.1590/S0021-75572006000600006

- Spieksma, F.T.M.*, 1990: Pollinosis in Europe: New observations and developments. *Review of Palaeobotany and Palynology, The Proceedings of the 7th International Palynological Congress (Part I)* 64, 35–40. doi:10.1016/0034-6667(90)90114-X
- Stach, A., Smith, M., Skjøth, C.A., and Brandt, J.*, 2007: Examining Ambrosia pollen episodes at Poznań (Poland) using back-trajectory analysis. *International Journal of Biometeorology*, 51, 275–286. doi:10.1007/s00484-006-0068-1
- Starfinger, U.*, 2009: Can the general public help fight the invasion of an undesired plant invader? The case of Ambrosia artemisiifolia, In: Biological Invasions: Towards a Synthesis, *Neobiota* 8, 217–225.
- Storkey, J., Stratonovich, P., Chapman, D., Vidotto, F., and Semonov, Mi.*, 2014: A Process-Based Approach to Predicting the Effect of Climate Change on the Distribution of an Invasive Allergenic Plant in Europe, *PLoS ONE*, doi:10.1371/journal.pone.0088156
- Tombácz, S., and Makra, L.*, 2007: Relation of meteorological elements and air pollutants to respiratory diseases. *AGD Landscape & Environment*, 1, 1–15.
- Vincent, C., Goettel, M.S., and Lazarovits, G.*, 2007: *Biological Control: A Global Perspective*. CABI, 466 p.
- Vogel, H., Pauling, A., and Vogel, B.*, 2008: Numerical simulation of birch pollen dispersion with an operational weather forecast system. *International Journal of Biometeorology*, 52, 805–814. doi:10.1007/s00484-008-0174-3
- Vogl, G., Smolik, M., Stadler, L.-M., Leitner, M., Essl, F., Dullinger, S., Kleinbauer, I., and Peterseil, J.*, 2008: Modelling the spread of ragweed: Effects of habitat, climate change and diffusion. *The European Physical Journal Special Topics*, 161, 167–173. doi:10.1140/epjst/e2008-00758-y
- Volcheck, G.W.*, 2015: Does rhinitis lead to asthma?: Evidence for the one-airway hypothesis: Postgraduate Medicine, *Taylor and Francis Online*,. doi:10.3810/pgm.2004.05.1507?journalCode=ipgm20
- Voukantsis, D., Berger, U., Tzima, F., Karatzas, K., Jaeger, S., and Bergmann, K.C.*, 2015: Personalized symptoms forecasting for pollen-induced allergic rhinitis sufferers. *International Journal of Biometeorology*, 59, 889–897. doi:10.1007/s00484-014-0905-6
- Ziello, C., Sparks, T.H., Estrella, N., Belmonte, J., Bergmann, K.C., Bucher, E., Brighetti, M.A., Damialis, A., Detandt, M., Galán, C., Gehrig, R., Grewling, L., Bustillo, A.M.G., Hallsdóttir, M., Kockhans-Bieda, M.-C., Linares, C.D., Myszkowska, D., Páldy, A., Sánchez, A., Smith, M., Thibaudon, M., Travaglini, A., Uruska, A., Valencia-Barrera, R.M., Vokou, D., Wachter, R., Weger, L.A. de, and Menzel, A.*, 2012: Changes to Airborne Pollen Counts across Europe. *PLOS ONE*, 7, e34076. doi:10.1371/journal.pone.0034076
- Zink, K., Pauling, A., Rotach, M.W., Vogel, H., Kaufmann, P., and Clot, B.*, 2013: EMPOL 1.0: a new parameterization of pollen emission in numerical weather prediction models. *Geoscientific Model Development*, 6, 1961–1975. doi:https://doi.org/10.5194/gmd-6-1961-2013
- Ziska, L.H., and Caulfield, F.A.*, 2000: Rising CO₂ and pollen production of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.), a known allergy-inducing species: implications for public health. *Functional Plant Biology*, 27, 893–898. doi:10.1071/pp00032
- Ziska, L.H., Gebhard, D.E., Frenz, D.A., Faulkner, S., Singer, B.D., and Straka, J.G.*, 2003: Cities as harbingers of climate change: Common ragweed, urbanization, and public health. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 111, 290–295. doi:10.1067/mai.2003.53

Ziska, L.H., and Beggs, P.J., 2012: Anthropogenic climate change and allergen exposure: The role of plant biology. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 129, 27–32. doi:10.1016/j.jaci.2011.10.032

[1 - Országos Közegészségügyi Intézet <http://oki.antsz.hu>]

NYILATKOZAT

Név: PUNGOR PATRÍCIA ERZSÉBET

ELTE Természettudományi Kar, szak: FÖLDTUDOMÁNYI

NEPTUN azonosító: USZJHU

Szakedolgozat címe: Az allergén pollenek légköri terjedése és hatása az emberi szervezetre

A szakdolgozat szerzőjeként fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem, hogy a dolgozatom önálló munkám eredménye, saját szellemi termékem, abban a hivatkozások és idézések standard szabályait következetesen alkalmaztam, mások által írt részeket a megfelelő idézés nélkül nem használtam fel.

Budapest, 2018. 12. 14.



a hallgató aláírása