

AZ AEROSZOL RÉSZECSKÉK ÉS AZ ÜVEGHÁZHATÁSÚ GÁZOK ÉGHAJLATI
HATÁSA MAGYARORSZÁGON

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Feczkó Tivadar

Veszprémi Egyetem

2003

1. Bevezetés

A légkörben található nyomanyagok jelentősen befolyásolják az elektromágneses sugárzásátviteli folyamatokat és ennek következményeként az éghajlatot. Mind az üvegházhatású gázok, mind az aeroszol részecskék légköri koncentrációja az emberi tevékenység miatt az utóbbi évtizedekben jelentős változáson ment keresztül. Az üvegházhatású gázok a Nap rövidhullámú sugárzását átengedik, a földfelszínről kibocsátott hosszuhullámú sugárzást elnyelik, ezáltal melegítik a légkört.

Az üvegházhatás ismert és sokat tanulmányozott jelenség. A légköri aeroszol a levegőben szuszpendált szilárd és folyékony részecskékből álló kolloid diszperz rendszer, mely fontos szerepet játszik a légkörben végbemenő különböző fizikai és kémiai folyamatokban, valamint az elemek biogeokémiai körforgalmának szabályozásában. Az aeroszol részecskék a légköri optikai jelenségek fontos szereplői, a Napból érkező rövidhullámú sugárzást szórják illetve elnyelik, továbbá a felhők szerkezetét befolyásolják, aminek eredményeképpen közvetve hatnak a sugárzásátviteli folyamatokra. Az aeroszol sugárzásgyengítő hatásának vizsgálata nagy lendületet kapott, miután a klímamodellekben előrejelzett melegedés túlzott mértékűnek bizonyult. A kutatás fontosságát erősítette az a tény, hogy a legnagyobb mértékű európai levegőszennyezés időszakában a regionális hőmérséklet tulajdonképpen nem növekedett, annak ellenére, hogy az üvegházhatású gázok koncentrációja fokozatosan emelkedett.

Az aeroszol egyik lényeges tulajdonsága a rövid (hozzávetőlegesen 5 nap) légköri tartózkodási idő. Ennek eredményeként éghajlatra gyakorolt hatása jelentősen eltér a több éves ill. évtizedes tartózkodási idővel rendelkező üvegházhatású gázokétól. A rövid tartózkodási idő miatt az aeroszol részecskék koncentrációja térben és időben rendkívül változékony, a kibocsátási helyek közelében jóval nagyobb, mint a forrásoktól távol. Éppen ezért számos tulajdonságuk, így a részecskék által okozott éghajlati kényszer vizsgálatát regionális léptékben célszerű és szükséges elvégezni.

Munkám célja a légköri sugárzásátvitelben legaktívabb finom ($d \leq 1,0 \mu\text{m}$) aeroszol részecskék regionális közvetlen éghajlati kényszerének becslése egyszerű doboz modell segítségével, továbbá az aeroszol közvetett éghajlati hatásának előzetes becslése volt. Vizsgáltam a szén-dioxid, a metán és a dinitrogén-oxid emberi tevékenységből származó üvegházhatását. Végül, összevetettem az ammónium-szulfát aeroszol és a szén-dioxid antropogén éghajlati hatásában az utóbbi két évtizedben bekövetkezett változásokat.

A légkör nyomanyagainak éghajlatra gyakorolt hatását doboz modell segítségével számoltam. A modellszámítás során számos forrásból származó paramétert vettem figyelembe. Az aeroszol kémiai és optikai sajátosságait felszíni mérésekkel vizsgáltam, a légkör sugárzási és meteorológiai tulajdonságait műholdak adatainak és globális becslések felhasználásával határoztam meg. Az üvegházhatású gázok koncentrációi szintén felszíni mérésekből származtak.

2. Új tudományos eredmények

1. Megállapítottam, hogy Magyarországon az éghajlat közvetlen szabályozásában az optikailag aktív légköri finom aeroszol részecskék ammónium-szulfát és széntartalmú vegyületei játsszák a legfontosabb szerepet. Az ammónium-szulfát fényszórási hatékonysága közelítőleg kétszer akkora, mint az aeroszol szén tartalmáé.
2. Meghatároztam a finom aeroszol ammónium-szulfát tartalmának a napsugárzás szórása miatt bekövetkező (negatív előjelű) regionális közvetlen éghajlati kényszerét minden évszakra. Az ammónium-szulfát koncentrációjának és a meteorológiai paramétereknek következményeként a legnagyobb közvetlen sugárzási kényszert nyáron fejt ki, míg éghajlati hatása tavasszal hozzávetőlegesen 45 %-a, ősszel 25 %-a a nyári értéknek, ugyanakkor télen gyakorlatilag elhanyagolhatóan kicsi (<5 %).
3. Az aeroszol széntartalmának közvetlen éghajlati hatását szintén évszakosan becsültem. A szén szórási éghajlati kényszerének a legnagyobb értékét – az ammónium-szulfáttól eltérően – ősszel tapasztaltam. Ez az érték 45 %-a az ammónium-szulfát nyári csúcsának. A szén őszi maximumához képest a nyári szórási kényszer 10 %-kal, a tavaszi 50 %-kal kisebb, míg a téli hatás – az ammónium-szulfáthoz hasonlóan – elhanyagolható (5 %). Az aeroszol részecskék fénynyelése következtében fellépő melegítő éghajlati hatást az aeroszol széntartalmához rendelve számoltam. A szén pozitív éghajlati kényszere jelentős mértékben csökkenti az aeroszol szórása miatt létrejövő hűtő hatást, az adott évszak szórási kényszeréhez viszonyítva tavasszal 10 %-kal, nyáron 17 %-kal, ősszel 50 %-kal, míg télen 85 %-kal.
4. Előzetes becslést végeztem az aeroszol közvetett éghajlati hatására. E szerint az évi átlagos értéke hasonló nagyságú, mint az ammónium-szulfát aeroszol közvetlen éghajlati kényszere (1 Wm^{-2}) szem előtt tartva, hogy a közvetett hatás becslésének sokkal nagyobb a bizonytalansága, mint a közvetlennek.
5. Tanulmányoztam a három legfontosabb, természetes forrásokkal is rendelkező üvegházhatású gáz, a szén-dioxid, a metán és a dinitrogén-oxid éghajlati kényszerét, és összevettem a közvetlen aeroszol kényszerrel. Az aeroszol részecskék éghajlati kényszere hasonló nagyságrendű, mint az üvegházhatású gázoké, és az év egyes szakaszaiban az előbbieket hűtő hatása meghaladhatja a melegítő hatást.
6. Az ammónium-szulfát, és a szén-dioxid éghajlati hatásának változását két évtizedes léptékben is megvizsgáltam. A '80-as évek elejéhez képest 2000-re az ammónium-szulfát koncentráció jelentős

csökkenése, és a szén-dioxid koncentráció folyamatos növekedése következtében a szén-dioxid antropogén éghajlati (melegítő) hatása 1,5-szeresére nőtt, míg az ammónium-szulfát antropogén közvetlen hűtő hatása majdnem 50 %-kal csökkent. Ez azt jelenti, hogy a régióban a két legfontosabb emberi eredetű éghajlati kényszert okozó légköri alkotó az utóbbi két évtizedben a helyi klíma melegedésének irányába hatott.

3. Az értekezés tárgykörében megjelent tudományos közlemények

1. **T. Feczkó**, A. Molnár, Zs. Sárvári, D. Temesi, E. Mészáros: The carbon-sulfate ratio of fine aerosol as the function of size distribution at a rural site in Hungary. *Journal of Aerosol Science* **31** (2000) 184-185
2. Molnár A., Mészáros E., **Feczkó T.**, Temesi D.: Mass balance of aerosol particles as a function of their size. *Nucleation and atmospheric aerosols 2000* ed. B. N. Hale, M. Kulmala, American Institute of Physics, AIP Conference Proceedings **534** (2000) 751-754
3. **T. Feczkó**, A. Molnár, E. Mészáros: Atmospheric aerosol extinction in relation to the major components of fine particles in rural air in summer. *Journal of Aerosol Science* **32** (2001) 639-640
4. Temesi, D., Molnár, A., Mészáros, E., **Feczkó, T.**, Gelencsér, A., Kiss, G. and Krivácsy, Z. Size resolved chemical mass balance of aerosol particles over rural Hungary *Atmospheric Environment* **35** (2001) 4347-4355
5. D. Temesi, Á. Molnár, **T. Feczkó** and E. Mészáros: Diurnal variation in the size distribution of water soluble organic compounds. *Journal of Aerosol Science* **32** (2001) S689-690
6. **T. Feczkó**, A. Molnár, E. Mészáros, G. Major: Regional climate forcing of aerosol estimated by a box model for a rural site in Central Europe during summer. *Atmospheric Environment* **36** (2002) 4125-4131
7. D. Temesi, A. Molnár, E. Mészáros, **T. Feczkó**: Seasonal and diurnal variation in the size distribution of fine carbonaceous particles over rural Hungary. *Atmospheric Environment* **37** (2002) 139-146.
8. **T. Feczkó**, A. Molnár, E. Mészáros: Variation of anthropogenic climate forcing due to aerosol particles and greenhouse gases in Hungary. *Időjárás*. (Közlésre beküldve, korrekciókkal elfogadva).

4. Az értekezés tárgykörében megtartott tudományos előadások

1. Molnár A., Mészáros E., **Feczkó T.**, Temesi D.: Mass balance of aerosol particles as a function of their size. International Conference on Nucleation and Atmospheric Aerosols 2000. augusztus 6-11. Rolla, USA
2. **T. Feczkó**, A. Molnár, Zs. Sárvári, D. Temesi, E. Mészáros: The carbon-sulfate ratio of fine aerosol as the function of size distribution at a rural site in Hungary. *European Aerosol Conference* 2000. szeptember 3-8. Dublin, Írország
3. Temesi D., Molnár A., Mészáros E., **Feczkó T.**: A légköri aeroszol tömegmérlegének meghatározása nagyságszerinti eloszlás függvényében. *XXIII. Kémiai Előadói Napok* 2000. november 20-22. Szeged.
4. **Feczkó T.**, Molnár Á.: A finom légköri aeroszol optikai tulajdonságai a kémiai összetétel függvényében. Műszaki kémiai napok '01, 2001. április 24-26. Veszprém
5. **T. Feczkó**, A. Molnár, E. Mészáros: Atmospheric aerosol extinction in relation to the major components of fine particles in rural air in summer. *European Aerosol Conference* 2001. szeptember 3-8. Lipcse, Németország
6. D. Temesi, Á. Molnár, **T. Feczkó** and E. Mészáros: Diurnal variation in the size distribution of water soluble organic compounds *European Aerosol Conference* 2001. szeptember 3-8. Lipcse, Németország
7. **Feczkó T.**, Molnár Á., Mészáros E.: Az ammónium-szulfát aeroszol és a szén-dioxid éghajlati hatásának változása Magyarországon. VI. Magyar Aeroszol Konferencia, 2002. október 10-11. Debrecen.
8. Mészáros E., **Feczkó T.**, Molnár Á.: Kísérlet a légköri aeroszol közvetett éghajlati hatásának megbecslésére. VI. Magyar Aeroszol Konferencia, 2002. október 10-11. Debrecen
9. T. Feczkó, A. Molnár, E. Mészáros: Variation of aerosol direct forcing in Central Europe. *European Aerosol Conference* 2003. augusztus 31- szeptember 5. Madrid, Spanyolország