

**OPPONENSI VÉLEMÉNY TÓTH ÁDÁM**  
**„A LÉGKÖRI KÁTRÁNYGÖMBÖK KELETKEZÉSI MECHANIZMUSA ÉS TULAJDONSÁGAI”**  
**CÍMŰ PHD ÉRTEKEZÉSÉRŐL**

**Előljáróban:**

Egy rendkívül értékes és úttörő munkáról van szó, melynek munkahelyi vitáján én voltam az egyik opponens. Az akkor tett kisebb, a dolgozat lényegét nem érintő megjegyzéseimet jelölt korrigálta, így jelen formában nem tartalmaz a disszertáció semmilyen kifogásolni valót.

**A kutatási téma időszerűsége:**

Közismert, hogy a légköri aeroszol részecskék számos légköri folyamat szabályozásában játszanak alapvető szerepet. Ezen kívül nem szabad még elfeledkezni a bioszférára (beleértve az emberi egészséget) gyakorolt hatásairól sem. Napjainkban az egyik legveszélyesebb szennyezőanyagnak tekinthetők a PM<sub>2,5</sub> részecskék, melyek több fizikai és kémiai formában jelenhetnek meg, ilyenek a BrC-hez köthető kátránygömbök is. Bár a széntartalmú aeroszol részecskékkal összefüggő kutatások már több évtizedes múlttal rendelkeznek, ismereteink még számos területen, így pl. a BrC-vel kapcsolatban is hiányosak. Ennek egyik oka ezeknek a részecskéknél a mintavétele, izolálása, mely nélkül kémiai és fizikai tulajdonságaik nem, vagy csak korlátozott mértékben határozhatók meg. A dolgozat egyik újdonsága az ilyen részecskék laboratóriumi előállítása, ami lehetővé tette pontos vizsgálataikat. A másik újdonság a majd mindenre kiterjedő fizikai és kémiai vizsgálat sorozat, minek következtében számos új, nemzetközi visszhangra talált eredmények születtek Tóth Ádám munkájában. Jelölt témaválasztása tehát időszerű és lényeges problémát érint.

Itt említem meg, bár ez nem tartozik szorosan a bírálati szempontok közé, hogy jelölt publikációs aktivitása jó, két első szerzős és hét társszerzős cikke jelent meg az utóbbi években rangos nemzetközi szakfolyóiratokban, melyekre 203 hivatkozás történt, ezek közül 185 független idézet, ami jelentős nemzetközi visszhangra utal. Összes publikációjának száma 40. Egyéb publikációiban is aktív, bőven kielégíti a PTE Kémiai és Földtudományi Doktori Iskola feltételeit.

**A szakirodalom áttekintése, feldolgozása:**

A kb. 200 irodalmi hivatkozás magáért beszél, igen alapos munkára utal. A szövegben, különösen az eredmények bemutatásánál ezeket kritikai szemlélettel kezeli és összehasonlítja a szakirodalmi eredményeket a sajátjaival. Rámutat az eddigi vizsgálatok különbségeire és korlátjaira is.

**A disszertáció stílusa, áttekinthetősége, ábrák, helyesírása:**

A dolgozat stílusa megfelelő, könnyen olvasható. Technikai, szerkesztési és egyéb apró megjegyzéseimet korábban jeleztem, ezek korrigálva lettek. Az ábrák szemléletesek, jól áttekinthetők. Az angol feliratú ábrákat (2. és 3.) elegánsabb lett volna szinkronizálni, mivel a disszertáció nyelve magyar.

### Szerkezete:

A dolgozat terjedelme 134 oldal. A főbb részek: szakirodalmi áttekintés 36 oldal, kísérleti módszer 11 oldal, eredmények és értelmezésük 37 oldal (plusz tartalomjegyzék, bevezetés, kivonat, összefoglalások, tézisek, irodalomjegyzék stb.). A fejezetek arányaiban megfelelőek.

### Kísérleti módszerek:

Jelölt a legkorszerűbb vizsgálati módszereket alkalmazta: TEM-EDS, CHNS/O elemvizsgáló, FT-IR spektroszkópia, Raman spektroszkópia, Py-GC-MS és OC/EC analízis. Nem mindegyik állt rendelkezésre a Pannon Egyetemen, emiatt jelölt több más intézmény műszereivel, azokkal együttműködve végezte a vizsgálatokat.

### Eredmények és értelmezésük:

Világosan leírja, illetve tisztázza a kátránygömbök keletkezési mechanizmusát. A modell részecskével elvégez egy sor olyan fizikai és kémiai elemzést, amire eddig nem, vagy csak korlátozott mértékben volt lehetőség. Eredményeit jól interpretálja, következtetései logikusak és helytállóak.

### A tézisek:

Az első tézis nekem először nem tűnt tudományos eredménynek, hanem inkább tudományos eredményekre vezető kísérleti módszer összeállításának. Viszont ez az eredmény a kulcsa az egész disszertációnak, mivel sikerült szeparált kátránygömböket létrehozni laboratóriumi körülmények között. Így vált lehetővé, hogy ezeket a részecskéket steril körülmények között lehetett vizsgálni. Ebben a kontextusban elfogadható ez a tézis.

Szerintem a dolgozat legjelentősebb hozama annak felismerése, hogy (idézem) „...a mérések és az éghajlati kényszer modellezése során ... a korom szerepét egyaránt túlbecsülhetik, azáltal, hogy az aeroszol fényelnyelését a vörös és közeli-IR tartományban kizárólag a koromnak tulajdonítják. Így eredményeim a mérési, távérzékelési és modellezési módszerek újraértelmezését teszik szükségessé.”

Egyébként a tézisek mindegyike elfogadható.

### Kérdések:

1. Közismert, hogy a luc égetése környezeti szempontból veszélyesebb, mint a gyantát nem tartalmazó fáké. Lehet-e valami szisztematikus különbséget megállapítani a politerpén gyanta tartalmú luc és a másik két fajtából származó kátránygömbök tulajdonságai között a különböző vizsgálati paraméterek összesítése, szintézise alapján.
2. A 4.1.3. ban szerepel „Végül a műszerek előtt egy  $PM_{10}$  ciklon segítségével ... leválasztottam az  $\sim 500$  nm-nél nagyobb aerodinamikai átmérővel rendelkező részecskéket a gázáramból.” Leválasztja-e a  $PM_{10}$  ciklon az 500-1000 nm tartományban lévő részecskéket? Ha igen, miért nevezik  $PM_{10}$  ciklonnak? Ha nem választja le, bent marad ez a 500-1000 nm frakció?
3. A kátrányos kondenzátumok előállítása során befolyásolja-e a végeredményt a pirolízis ideje, maximális hőmérséklete, hőmérsékleti gradiense?
4. Higroszkóposak-e ezek a kátránygömbök? Ha igen, a C/O arányt befolyásolja-e a vízfelvétel? Vagy csak a részecskék felszínén akumulálódhat a víz?
5. A 9. ábra szerint a modell BrC méreteloszlása tri-modális, a 200, 550 és 700 nm körüli csúcsokkal, szemben a természetes kátránygömbökkel. Mi lehet ennek az oka?

Artifact jelenség-e a laboratóriumi körülmények miatt, vagy előfordul-e ilyen méreteloszlás természetes körülmények között is?

6. Az 5. táblázat megjegyzése szerint Az adott komponens koncentrációja megegyezik hátsó szűrőn (back-up filter) mértével. Ez azt jelenti, hogy ezek a komponensek a legkisebb mérettartományban jelennek meg?
7. Aromás komponensek (benzolszármazékon keresztül a furánig) is előfordulnak a BrC-ben, ahogy ez a disszertációból is kiderül. Milyen veszélyes lehet ezeknek a toxicitása? Becsülhető-e a BrC légköri koncentrációjából, illetve a BrC aromás tartalmából, mennyire közelíti meg az egészségügyi határértéket? Mert amellett, hogy a koromrészecskékhez hasonlóan ezek is a belélegezhető (mélyebb légutakba lejutó) tartományba esnek, az aromások plusz karcinogén veszélyt jelentenek.

**Összefoglalva:** Tóth Ádám munkája és dolgozata messzemenően kielégíti a PhD dolgozatok iránti követelményeket, időszerű, aktuális témát választott, mérési módszerei korszerűek, eredményei, következtetései új kutatási eredményeknek számítanak, tézisei világosak, jól összefoglalják a lényeget.

Kidolgozott egy új módszert a BrC részecskék laboratóriumi előállítására. Részletesen megvizsgálta a modell részecskék segítségével az eddig kevésbé vizsgálható BrC fizikai és kémiai tulajdonságait. Ezen kívül rámutatott a HULIS, a BrC és a BC tulajdonságai közötti lényeges különbségekre. Munkája új légkörfizikai ismereteket eredményezett, melynek következményeként a Föld-légkör közti sugárzási mérleg pontosítására is szükség lehet. Ennek alapján:

**javaslom a dolgozat nyilvános vitára tűzését és a PhD fokozat odaítélését.**



Horváth László  
MTA doktora

Érd, 2020. augusztus 18.