

Opponensi vélemény

Vasas Gábor: „Algavirágzások környezetterhelése és toxinjainak variabilitása” c. MTA doktori téziseiről

Vasas Gábor kutatásainak témaválasztása egyértelműen időszerű, és előremutató. Az utóbbi évtizedekben egyre több helyen, mind több típusú vízben alakulnak ki algavirágzások. Nem véletlen, hogy a Víz Keretirányelv külön modul beiktatását kéri a tagországoktól a fitoplanktonnal történő ökológiai állapotértékelés során, mely a cianobaktériumok tömeges elszaporodására terjed ki. Ezeknél a vízvirágzásoknál nem csupán a nagy alga-tömeg okozta eutróf – hipertróf állapot okozhat gondot, hanem gyakran mérgezések is kialakulhatnak, s ebben az algatoxinok jelentős szerepet játszanak. Noha korábban főleg a tengeri algák között találtak toxin termelőket, mind több édesvízi fajról is kimutatták, hogy bizonyos körülmények között komoly mérgezéseket idézhetnek elő.

Az MTA doktora cím elnyerése érdekében benyújtott 195 oldalas értekezés ötvözi a hagyományos értekezések formáját az újabban terjedőben lévő „cikk – összegzés”-sel. A hagyományos értekezés esetében (talán) könnyebb egységes művet nyújtani az olvasónak, mint a második esetben. Emellett az első esetben a bírálónak is könnyebb lett volna kiigazodni azon, hogy mik a jelölt saját vizsgálati eredményei és melyek azok, amelyek már jól ismert tények. Így bizony ezt néha csak a gondolatsor többedik elolvasásra sikerült átlátni. Az olvasást nehezítette a helyenként kissé bántóan sok szóismétlés is (pl. 129. oldalon „a cilindrospermopszin analízisek kapcsán...” kezdetű és az azt követő mondat, melyekben 4 sorban háromszor ismétlődik a „vizsgáltuk” szó.

A „Bevezetés és célkitűzések” fejezetben röviden vázolja a jelölt az értekezés problémakörét és bemutatja itt összefoglalt kutatásai célkitűzéseit: „Értekezésünk fő célja az algavirágzások toxin-variabilitásának tanulmányozása, azon belül is elsősorban a cianobakteriális toxintermelés sajátosságainak és következményeinek kutatása mérsékeltövi kontinentális vízterek kapcsán.” Ezt követi az értekezés hat alfejezetéhez kapcsolódó hét önálló célkitűzés-pont.

Az „Irodalmi áttekintés” fejezet kellő mélységgel mutatja be az értekezés fentebb idézett fő célja köré csoportosítható könyveket, cikkeket. Dicséretes, hogy a legújabb munkák mellett

sok évtizeddel ezelőttieket is használ, hiszen algavirágzások okozta mérgezésekről már több mint száz évvel ezelőtt is beszámoltak.

Az értekezés következő 6 fejezete tekinthető a hagyományos „Tudományos eredmények és megvitatásuk” c. fejezetnek. Ez a hat fejezet bizonyos tekintetben formabontó (megfelel a „cikk – összegző” értekezés belső logikájának. Az egyes fejezetek rövidebb-hosszabb „irodalmi áttekintő” alfejezetekkel (bekezdésekkel) indulnak, majd ezután következik a saját kutatási eredmények bemutatása és értékelése.

A fentieket az „Összefoglalás” fejezetben summázza a jelölt, bővebben megfogalmazva új tudományos eredményeit. Ezt követi az „Anyag és Módszer” fejezet, melyből világosan kiderül, hogy a jelölt ismeri és alkalmazza a legmodernebb módszereket.

Az értekezés „Irodalomjegyzék”-kel zárul. Ez utóbbinál először a doktori mű alapjául szolgáló 43 közleményt, majd a hivatkozott 554 közlemény jegyzékét találjuk.

Az MTA Doktori szabályzata értelmében nyilatkozom, hogy az értekezés kutatási eredményei hiteles adatokra épülnek. A bemutatott tudományos eredmények pontosak, megbízhatóak, részletes terepi és laboratóriumi kutatásokra épülnek. Új tudományos eredményként az értekezés fejezeteinek sorrendjében az alábbiakat emelem ki:

- Az édesvizekben élő vízvirágzást okozó eukarióta *Prymnesium parvum* (Haptophyta) több alföldi tavunkban okozott halpusztulást. A jelölt a tavakból izolált alga-törzsekből új, a fajhoz köthető proteolitikus hatóanyagcsaládot írt le. A *P. parvum* által termelt proteázok a toxinokhoz hasonlóan kikerülnek a sejtekből, és jelentős koncentrációt érhetnek el. A *P. parvum* esetében bizonyítást nyert a sejtfelszínen L-aminosav-oxidázok működése, amelyek aminosavakat és primer aminokat oxidálnak, a keletkező NH_4^+ ionok pedig már felvehetők számukra. A fehérje/polipeptid lebontó képesség aminosavakká, a makroméretű szerves anyagok (áldozatok) kisebb méretű, bekebelezhető partikulummokká alakításának képessége óriási kompetíciós előnyt jelenthet a planktonikus fagocitózisra képes szervezetek számára.
- Kutatómunkája során rutin analitikai módszereket fejlesztett ki, aminek segítségével a leggyakoribb és legjelentősebb cianobakteriális toxinok mérése megoldható környezeti mintákból és laboratóriumi tenyészetekből egyaránt. A munkák során alkalmazott kapilláris elektroforézis két technikája a “kapilláris zónaelektroforézis”, valamint a “micelláris elektrokinetikus kromatográfia” pH, ionerő és SDS tartalom optimálás után

alkalmasnak mutatkozott több mikrocisztin variáns elválasztására és a további fejlesztéseiknek köszönhetően a változatos karakterű anatoxin-a, cilindropermopszin és mikrocisztin-LR elválasztására és rutin analízisére is.

- A nitrogénfixáló, toxintermelő *Aphanizomenon ovalisporum* (mai nevén *Chrysochloris ovalisporum* – ld. később) cianobaktériumon bizonyította, hogy a legnagyobb mértékű a növekedés gátlást a kénéheztetés, kisebbet a foszforéheztetés okozott, amitől nem sokkal marad el a nitrogénéheztetés. A toxintartalomra vonatkozó vizsgálatok szerint a szulfát, a foszfát és a nitrát hiánya is a cilindropermopszin tartalom csökkenéséhez vezet. Bizonyította, hogy a nitrát hiányában differenciálódó heterociszták nem tartalmaznak cilindropermopszint, azaz anyagcseréjük a másodlagos anyagcseretermékek termelése tekintetében átalakul. Kimutatta, hogy az *A. ovalisporum* esetén a szulfát, foszfát, illetve nitrát (nitrogén) metabolizmus a növekedési ráta és az elsődleges anyagcsere folyamatok, valamint a sejtosztódás szabályozásán túl mélyebb összefüggésben van a törzs cilindropermopszin termelésével is.
- Megállapította, hogy életképes *Microcystis aeruginosa* toxintermelő sejtek tömege élhet jégbe fagyva, melyek a kora-tavaszi virágzások toxintermelő képességét nagyban meghatározhatják.
- Egy jellemzően alpesi rétegzett mélytavakban előforduló cianobaktérium, a *Planktothrix rubescens* szokatlan sekélytavi megjelenésekor megállapította, hogy a szervezet kivonata a Magyarországon legtoxikusabbnak számító *Microcystis* populációk toxicitásával vetekszik, tömeges megjelenésükkor toxintermeléssel számolhatunk. Bár hazánkra nem jellemzőek a tartósan rétegzett tavak, a vizsgált kavicsbánya tóban kialakult tartós rétegződés, ami kedvez a *P. rubescens* elszaporodásának.
- Véleményük szerint a magyarországi vizek *Cylindropermopsis raciborskii* izolátumának cilindropermopszin analízise ugyan nem általánosítható a hazai vizekben jelenlévő *C. raciborskii* törzsekre, de a vizsgálatok eredményei azt valószínűsítik, hogy a nálunk előforduló és vízvirágzást mutató *Cylindropermopsis raciborskii* nem termel cilindropermopszint.
- Ugyanakkor rámutattak arra, hogy a *Cylindropermopsis raciborskii* anatoxin hatású komponens(ek)e)t tartalmaz, melyek neurotoxikus terepi következményekért felelősek lehetnek. Ugyanakkor a hazai jelentőségen túlmutat a neurotoxikus *C. raciborskii*

kemotípus azonosítása, amely megjelenése a tágabb régióra is jellemző lehet, felveti a neurotoxikus forma európai megjelenését és egyértelműen bizonyítja újabb toxincsaládok jelenlétét a fajban.

A „Tézisek” füzet 35 oldalba sűríti a disszertáció mondanivalóját, követve annak felépítését. Minden lényeges „cikk-összegzés” itt is megtalálható. A terjedelem lehetőségeihez mérten mind az eredményeket, mind azok megbeszélését olvashatjuk (még néhány fénykép, ábra, táblázat is helyet kapott benne). Így a tézisek követelményeinek messzemenően eleget tesz.

Az értekezés nyelvezete szabatos, magyarsága, helyesírása jó, bár néhol kétszer-háromszor is neki kell futni egy-egy mondatnak, vagy bekezdésnek a pontos megértés érdekében, de ez egy tudományos munkánál előfordul. Összességében véve a munka szép, igényes, tudományosan érett disszertáció.

Mindössze néhány kisebb hibára szeretnék csak rámutatni:

- Néhány ábra (pl. 9, 10) olvasásához bizony föl kell venni a szemüveget, vagy elővenni egy nagyítót.
- A 6, 23, 28. ábráknál a Magyarország térkép (lelőhelyekkel) mellett kis Európa térkép is van, ez utóbbira nincs szükség, de a 19. ábránál a GPS koordináták helyett egy Magyarország térkép segítené az olvasót.
- Néhány rövidítés a témában kevésbé jártas olvasó számára nem egyértelmű, ezeket jó lett volna egy táblázatban bemutatni (pl. 30. oldal MC – máshol is – ill. MC Mdha egysége; 3. táblázat – és máshol is – kDa; 7. ábra – máshol is – mAU – netán MAU? <24. ábra>; 14. ábra – más ábrán és szövegben is – CYN;
- Latin nevek rövidítése a szövegen belül nem mindig következetes, ill. pl. alcímbe (109 oldal) teljes név kiírandó: „6.3. *M. aeruginosa* tömeges megjelenése egy kerti tóban”
- Taxonómiával is foglalkozóként nem tudom nem megjegyezni, hogy illik a taxonokat a valid néven nevezni. Mivel nagyon sok taxonnak változott a neve az elmúlt időszakokban, az összes nevet át kellene nézni. Példaként felhívom a figyelmet arra, hogy az *Oscillatoria formosa* (ráadásul hibása ph-val íródott a disszertációban) „új” neve már 2005 óta *Phormidium formosum* (Bory ex Gomont) Anagnostidis et Komárek. Vagy a fentebb említett *Aphanisomenon ovalisporum*, aminek a valid neve 2013 óta

Chrysosporum ovalisporum (Forti) Zapomelová et al. Emellett, amikor a taxont először említjük a tudományos műben, az auktor(ok) megadása is szükséges.

Az értekezéssel kapcsolatban néhány kérdésre várok választ:

- A jelölt szépen bizonyította a *Prymnesium parvum* halpusztulást okozó mérgezését. A többi általa vizsgált toxint termelő fajnál tapasztalt-e hasonló pusztulást (netán más élőlény pusztulását)?
- Az értekezés 105. oldalán a *Microcystis aeruginosa* kapcsán írja a jelölt: "A Velencei-tó esetében tulajdonképpen szokványos jelenségről beszélhetünk, hiszen évről évre a tó egyes területein elszaporodik a faj, és ahogyan említettük, az 1990-es évek elején komoly problémát is okozott." Kérem, részletezze, hogy itt milyen komoly problémáról volt szó? Ezt miért kell szokványosnak tekintenünk? Bele kell ebbe nyugodnunk? Vagy lehet valamit tenni? Hisz egy fontos rekreációs célokat is betöltő tóról van szó, számos népszerű stranddal.
- Az EU Víz Keret-irányelve a vizek jó ökológiai állapotát tekinti célállapotnak, ahol a toxikus vízvirágzásokat mindenképpen el kellene kerülni. Kutatásai alapján milyen környezeti feltételeken kellene változtatni ahhoz, hogy az ilyen toxikus vízvirágzásokat megelőzzük, s ha kialakulnak, megszüntessük?

A fentiekben kiemeltem Vasas Gábor értekezésének és téziseinek legfontosabb tudományos eredményeit, rámutatva jelentőségükre, megemlítve néhány kisebb hiányosságot. A jelölt eddigi tudományos tevékenysége és benyújtott munkája alapján egyértelműen bizonyította, hogy szakterületének jeles művelője, tudományos eredményeit itthon és külföldön egyaránt ismerik. Olyan jelentős kutatási terület alapos megismerését tűzte ki célul, mely figyelemre méltó új tudományos eredmények közzétételét tette lehetővé. A munka egyértelműen alkalmas nyilvános vitára bocsátásra.

Budapest, 2015. január 12.

Prof. Dr. Ács Éva
az MTA doktora