Bírálat
dr. Kovács János
„PLIO-PLEISZTOCÉN VÖRÖSAGYAGOK ÜLEDÉKFÖLDTANI, ÁSVÁNYTANI, GEOKÉMIAI JELLEGEI ÉS ŐSKÖRNYEZETI JELENTŐSÉGÜK"
című
MTA doktori értekezéséről

Kovács János disszertációja a vörösagyag kutatásban eddig elért eredményeinek összefoglalója. A jelölt a terület elismert hazai kutatója és nemzetközileg is ismert és elismert szakember. Ezt jól tükrözik a széles körű hazai és nemzetközi tudományos együttműködései, valamint a rangos szakfolyóiratokban a disszertációja témájában megjelent egy- és többszerzős publikációi.

A vörös színű agyagos képződmények eredetének és korának kérdése világszerte számos kutató érdeklődését felkeltette. A Kárpát-medencében sok helyen a löszök feküjében vagy vörös színű paleotalajok formájában a rétegsorban, valamint karsztos felszínekhez kapcsolódóan fordulnak elő. Ezen előfordulások összehasonlítását és komplex, több független módszer alkalmazását az utóbbi évtizedek technikai és kutatásmódszertani fejlődése tette lehetővé. Kovács János a hagyományosnak mondható módszerek (geokémiai elemzések, granulometriai vizsgálatok) mellett a hazai vörösagyag kutatásokban addig nem használt módszereket (különféle kormeghatározásokat, stabilizotóp-méréseket) alkalmazott sikerrel, az adatokat pedig statisztikai módszerekkel dolgozta fel, valamint különböző modellek alkalmazásával paleokörnyezeti értékeket számolt belőlük.

A disszertáció szerkezete és formai sajátosságai

A disszertáció 9 fejezetre tagolódik, egy *Melléklet* és egy *Függelék* kapcsolódik hozzá. A *Melléklet* 12 feltárás változó részletességű bemutatását és a 11. táblázatot tartalmazza. Utóbbiban a mért stabil izotópos adatok és az azokból számolt évi középhőmérséklet és évi csapadékmennyiség kaptak helyet, azonban a táblázatban említett $\delta^{13}C_{táp,mek}$ értékek nem szerepelnek, ami megnehezíti a 7.6.4 alfejezet interpretációinak értelmezését. A Függelékben egy rövid ismertetés található a geokémiai adatok feldolgozásához használt statisztikai módszerekről.

A szerző több mint 20 lelőhelyről származó mintán sokféle módszert alkalmazott, de nem az összes módszerrel vizsgálta az összes feltárást. Nagy mértékben segítette volna a leírtak követését, ha a szerző egy táblázatban összefoglalta volna, hogy az egyes lelőhelyekről milyen anyagokat vizsgált és milyen módszereket alkalmazott. A mellékletben található mindössze 12 feltárásnak elsősorban a térképi elhelyezkedése derül ki, és csak néhány esetben van információ a rétegsor felépítéséről, valamint a vörösagyag előfordulás helyzetéről. A beremendi lelőhelyről például a mellékelt térkép szerint 5 feltárás vizsgálata zajlott (14, 15, 19, 21, és a disszertációban hivatkozott nagy jelentőségű és mások által is kutatott „26. számú"), de ezek a helyszínek a dolgozatban nem nyomon követhetők. A kemofácies elemzések között a BER1 és BER4 minták eredményeit ábrázolja, az utóbbit a C2, míg az előbbit a C0 kemofáciesbe tartozóként. A 31. ábrán a koradatoknál Ber2 szerepel, a 3. táblázatban pedig 12108 és 12113 sorszámú beremendi minták találhatók. A Beremend-19 és Beremend-26 minták csak a 15. ábra vékonycsiszolati képein bukkannak fel. Az azonosítást és a keresést megnehezíti a hivatkozások eltérő formátuma (Beremend után a számok kötőjellel, egybeírva, külön írva). A kérdés azért is fontos, mert a vasas szemcsék főelem összetételei a 2 beremendi minta (12108 és 12113) jelentősen eltértek egymástól.

A fejezetek arányosan fedik le a bemutatni kívánt témaköröket, bár nem a megszokott sorrendben és tematikával követik egymást, ami tükrözi a jelölt azon célját, hogy *„a fejezetek egymásra épülő, koherens egészet alkotnak, és a hangsúly a problémák kibontásán, nem pedig a formális tagoláson"* legyen. Meglátásom szerint egy MTA doktori műben szerencsésebb lett volna a hagyományos struktúrát követni, mert így keverednek a módszerek és az eredmények, a mérések és a következtetések. A 3.2.4. alfejezetből nem derül ki például, hogy miért kerül a módszerek közé a nagyemlősfogak stabilizotóp-geokémiai vizsgálata, hiszen ezek lelőhelyei nem esnek egybe a vörösagyagok lelőhelyeivel. A magyarázatot csak a 7.6. alfejezetben kapjuk meg *(„a fosszilis nagyemlős fogak nem vagy csak pár esetben származnak vörösagyagból. Itt nem a vörösagyagról, hanem a képződés paleokörnyezetéről kapunk új információkat.")*. Ugyancsak innen derül ki a módszer jelentősége, amelynek szintén a 3.2.4-ben lett volna helye.

6.3.1 alfejezetben található *6.3.1.1 XRD vizsgálat* és *6.3.1.2 Mössbauer vizsgálat* alfejezetek hiányoznak a tartalomjegyzékből.

A disszertáció nyelvezete megfelelő, bár helyenként a tudományos publikációkban megszokottaktól kissé közvetlenebb (például a 82. oldalon: *„A Pannon-medence vörösagyag feltárásaiban megbízhatóan paleotalajosodott réteget keveset találtam. Főleg nehéz a B szint meglétét egyértelműen meghatározni."*), vagy éppen túlbonyolított (például a 31. oldalon: *„A pedogén mikroszöveti bélyegeket (16c,e. ábra) legkönnyebben a „vékonycsiszolat talajmikromorfológia" mikroszkópi módszerrel tudjuk megvalósítani."*). A helyesírása alapvetően megfelelő, bár vannak elgépelésből adódó hibák. Nagyobb probléma azonban, hogy a gyakran használt kifejezések egybe- vagy különírása nem következetes és nem követi az MTA helyesírási szabályzatát. Ilyen kifejezés a címben is szereplő vörösagyag, amit gyakran vörös agyagként (például 97. első sor) említ, vagy a kvarc szemcse és kvarcszemcse (például a 21. oldalon).

Ábrák, táblázatok és irodalomjegyzék

A disszertáció ábráival és táblázataival kapcsolatban több tartalmi és formai észrevételem is van. A legfontosabb, hogy az ábrák jelentős része korábbi, saját – egy- vagy többszerzős – publikációjából származik, ami nem derül ki az ábraaláírásokból. Az ábrák forrása feltehetően csak azokban az esetekben került feltüntetésre, amikor más szerző publikációjából vette át.

Az ábrák és a táblázatok jelentős részének a minősége nem megfelelő, életlen (pl. 12. ábra), olvashatatlanul kisméretű (akkor is, amikor egyébként megoldható lett volna a nagyobb méretű ábra), vagy indokolatlanul nagyméretű (pl. 24., 28. ábra). Előfordul, hogy a képaláírások nem adnak elegendő információt (pl. 15. ábra: nem derül ki mindegyik képnél, hogy melyik vörösagyag típust reprezentálja). A nagyon fontos eredményt bemutató 16. ábra aláírásában nincsenek megadva a mintakódok, a szerző a 17. ábrára utal. A 16. ábra életlen, és egy részén az egymáshoz nagyon közeli mintapontok miatt gyakorlatilag olvashatatlan. A 43. ábra képein nincsenek feliratok, így az egyes ásványszemcsék azonosítása esetleg csak a koptatottságuk mértéke alapján feltételezhető.

Zavaró, hogy kimaradt a 4. ábrára való hivatkozás, aminek következtében a 15. ábráig az ábrákra való hivatkozások csúsznak. A 16. ábrától visszaáll a megfelelő számozás.

Az ábrákhoz hasonlóan a táblázatok mérete is különböző, vannak, amelyeknek a betű mérete nagyobb, mint a szövegtörzsé (pl. 3. táblázat) és van, amelyik annyira kicsi, hogy nagyon nehezen olvasható (pl. 11. táblázat).

A disszertáció irodalomjegyzéke impozáns, összesen 375 tételt tartalmaz, ami jól tükrözi a jelölt széles körű tájékozottságát a hazai és a nemzetközi szakirodalomban. A lista azonban még ennél is hosszabb lenne, ha nem hiányozna belőle néhány szövegközi hivatkozás (például Pazonyi 2009, Kiss et al. 2017, Fedoroff et al. 2018).

A szövegközi hivatkozásokról több esetben kiderült, hogy nem odaillő hivatkozások is belekerültek, amelyek közül itt csak egy példát mutatok be. A 3.2.2. alfejezetben a 14. oldal utolsó bekezdésében az (U-Th)/He kormeghatározásra alkalmazható ásványok záródási hőmérsékleteit ismerteti összesen 9 publikációra hivatkozva (Shuster et al. 2005, 2012; Heim et al. 2006; Vasconcelos et al. 2013; Monteiro et al. 2014; Riffel et al. 2016; Deng et al. 2017; Miller et al. 2017; Ault et al. 2019). Ezek közül azonban csak egy tartalmazza a szerző által leírt értéket (Ault et al. 2019), egy másik a leírtaktól kissé eltérőt (Shuster et al. 2005), és a többi hétben nem találhatók a szerző által felsorolt ásványokra vonatkozó záródási hőmérsékletek.

A disszertáció tartalmára vonatkozó észrevételek

A disszertációban vizsgált anyagok, a vörösagyagok meghatározása, arra sem a bevezetőben, sem az *„Anyagok, módszerek"* fejezetben nem kerül sor, pedig később kiderül, hogy ebbe a fogalomba eltérő színű, genetikájú és jelentősen különböző korú agyagos képződmények is beletartoznak. A vörösagyag definíciója, a kategória közös tulajdonságainak bemutatása azért is fontos lenne, mert maga a szerző is ír az ezzel kapcsolatos nehézségekről: *„Nehézséget okoz, hogy a paleotalajok és vörösagyagok szemcseméretе sokszor teljesen egyforma eloszlást mutatnak, ezért elkülönítésük nehezebb lehet, mivel genetikailag sokszor megegyeznek." (31. oldal.*

Az is csak a disszertáció második felében válik érthetővé, hogy a *„Célkitűzések"* között is említett fosszilis nagyemlős fogak stabilizotóp-geokémiai vizsgálata hogyan kapcsolódik a vörösagyagokhoz. Ebből a fejezetből hiányolok egy olyan táblázatot, amelyben a változatos színű vörösagyagok nedves és száraz Munsell-színskála szerinti értékei szerepelnek.

A vörösagyagok korát bemutató *4. fejezet*ről első olvasásra nem teljesen egyértelmű, hogy abban kizárólag a korábbi kutatások eredményeit ismerteti, azaz tudománytörténeti áttekintés. A koradatokat az alkalmazott módszerekhez kapcsolódva mutatja be, ami a lelőhelyek sokfélesége miatt nehézzé teszi az olvasó számára az áttekintést. Szerencsés lett volna a fejezet végén egy összefoglaló táblázat a korábbi koradatokkal és a kapcsolódó lelőhelyekkel, mert így könnyebben értelmezhetők lennének a szerző saját kormeghatározási eredményei. A fejezet jobb helyen lett volna korábban, a saját kutatásokhoz kapcsolódó *„Anyagok és módszerek"* fejezet előtt.

4.3.2. alfejezetben a szakirodalomban megtalálható szlovákiai és ausztriai vörösagyagokon mért in situ kozmogén izotópos korokat ismertet, amelyeknek a Kárpát-medencei kapcsolata nem derül ki. Ruszkiczay-Rüdiger et al. (2018) publikációjára hivatkozva egy magyarországi példát is említ. Eszerint *„A süttői repedéskitöltő vörösagyagokhoz ennek megfelelően 2,32 ± 14 Ma betemetődési kor rendelhető (25. oldal 2. bekezdés)*. Az idézett cikkben azonban nem ez a koradat szerepel, és a minta lelőhelyeként sem vörösagyag, hanem a Les-hegyen található travertinó kavicsos feküje.

A 4.3.2. alfejezetben a susaki vörösagyagok korbesorolásával kapcsolatban a Kis et al. (2018) alapján készült 7. ábrán a szövegben megjelenőtől a szövegben – Durn et al. (2018), Profe et al. (2018) és Razum et al. (2023) munkáira hivatkozva – nagyon eltérő koradatokat mutat be, azonban nem foglal állást az egyik

vagy másik érvényessége, valószínűsége mellett. További problémának látom, hogy az ebben a fejezetben megjelenő koradatokra azután a későbbiekben, a saját korméréseinek bemutatásakor nem utal vissza.

Az *5. fejezet*ben (*„Litológia, fácies"*) keveredik a szakirodalmi áttekintés, a saját eredmények és a kapott adatok feldolgozásának módszertana. A részletes eredmények azonban ebből a fejezetből hiányoznak; csak példaként láthatunk néhányat (pl. 10. és 13. ábra), vagy az egyes típusok átlagértékei szerepelnek (pl. 11. és 12. ábra). A 11. ábra nem értelmezhető az átlag számításához felhasznált minták eredetének ismerete nélkül, hiszen a több 10 méteres hazai lösz-paleotalajok rétegsorokban eltérő típusú paleotalajok vannak, és a löszök szemcseméret eloszlása is változatos, gondolok itt a legfiatalabb löszök jellemzően magasabb homoktartalmára.

Az itt önállóan szereplő 5.6. alfejezet jelentős része történeti és módszertani áttekintés, ezért szerencsésebb lett volna talán a módszertani fejezetben bemutatni és itt csak az eredményekre koncentrálni. A két oldalon keresztül tárgyalt, a K-középpontú klaszteranalízissel és főkomponens-elemzéssel kapott kemofácies eredményekhez nincsenek lelőhelyek társítva; azok csak a 17. ábra aláírásában jelennek meg. A 18. ábrán bemutatott szórásdiagramok nagyrészt alátámasztják a fenti módszerekkel kimutatott 3 kemofácies meglétét, ugyanakkor a kilógó értékek hangsúlyosabbak.

Az alfejezetben a kemofácies elemzések eredményei négy ábrán szerepelnek, de az értelmezésük és főleg az összehasonlításuk hiányoznak. Ez főként azért probléma, mert az ábrán látható eredmények között vannak ellentmondások, de legalábbis magyarázat nélkül az olvasó számára értelmezhetetlen az eredmények. TiO_2/K_2O értelmezésében például nem tér ki arra, hogy az itt 0.-nak nevezett klaszterből (ami valószínűleg nem azonos a K-közép módszerrel kapott C0 fáciessel, mivel abban mindkét elem magas koncentrációját említi) két minta kilóg: a susaki terra rossa és a mogyoródi (utóbbi az összes elemzésből kilóg!). A 2. klasztert alkotó BER4 és SCR minták TiO_2-tartalma nagyon eltér (10-szeres különbség van!), a többitől és az 1. klaszterben található elemek is csak az alacsony TiO_2 tartalmukban hasonlítanak egymáshoz; a K_2O-tartalmuk eltérő. A CaO/FeO diagramon külön áll a mogyoródi minta, továbbá a hozzá közeli értékeket mutató kakasdi minta, valamint az atkári minta (utóbbi kettő az 1. klaszterhez tartozik). A kemofácies elemzésekbe szereplő beremendi minták (BER1-4) lelőhelyeiről, helyzetükről, a beremendi bányán belüli elhelyezkedésükről nincsenek információk. A mellékletben található beremendi bánya alaprajzon nem ezek a számok szerepelnek. A BER1 és BER4 minták a statisztikai módszerekkel és a CaO/FeO és a TiO2/K2O diagramokon is eltérő klaszterekben vannak, aminek magyarázata hiányzik a disszertációból.

A szerző külön fejezetet (*„6. Vasas szemcsék (babércek) és kérgek"*) szentel a vasas szemcséknek (babércek) és kérgeknek,. Öt oldalon keresztül a kialakulásukra vonatkozó elméleteket mutatja be, és ezt követően a 6.3. alfejezetben több mint húsz oldalon a saját eredményeit ismerteti táblázatokban, grafikonokon és fényképekkel illusztrálva. A korábban már hiányolt összefoglaló táblázat itt is hasznos lett volna, mivel a 3. táblázatban szereplő feltárások nevei között van olyan (Versend), amelyik eddig semmilyen felsorolásban vagy térképen nem került elő. Az is zavaró, hogy a fejezet bevezetőjében kilenc babérces vörösagyag lelőhelyet sorol fel, a Mössbauer spektroszkópia eredményeinél és a 4. táblázatban is tizenegyet. Itt is felbukkan egy új név: Várvölgy (a táblázatban Várvögy).

Az ásványtani meghatározásra használt két módszerrel is csak részben vizsgálta az ugyanazon lelőhelyről származó mintákat, ami tovább nehezíti az értelmezést. Az XRD-vel és a Mössbauer spektroszkópiával kapott goethit és hematit arányok ugyanazon minták esetében is esetenként 11-25%-kal eltérnek (Mogyoród, Atkár, Feked, Vokány), amelynek magyarázatával adós marad a szerző. Az XRF vizsgálatokat ugyanazon 7 mintán végezték el, mint az XRD elemzéseket. Mindkét esetben 2 minta van Beremendről, amelyeknek eltérő a mintaszáma. Az XRD-vizsgálat esetében egészen hasonló goethit és hematit arányokat

kapott, viszont a kémiai összetételben a két beremendi minta különbözik (pl. SiO_2, Fe_2O_3, CaO, MgO, MnO, Na_2O). A különbség oka később sem derül ki, ahogyan a két minta lelőhelyei közötti eltérés sem.

A 6.3.3.–6.3.5. alfejezetekben több elméleten keresztül képet kaphatunk a vasszemcsék kialakulásáról, az ásványok képződéséről, de a konkrét, a vizsgált minták eredményeinek bemutatása csak a fényképekre szorítkozik. A további két alfejezetben (6.3.6. és 6.3.7.) már olvashatók a szerző és munkatársainak eredményei is. A vasborsók/vaskérgek (U-Th)/He koradatait azonban csak a 31. ábra tartalmazza, nem diszkutálja részletesen, hogy az azonos lelőhelyről származó koradatok között miért lehet esetenként több millió éves különbség (pl. Scorilla, Vokány).

A 7. *fejezet a „Pliocén – kora pleisztocén paleokörnyezetet a Kárpát-medencében"* címet viseli és különböző proxik, valamint az azokból a klímaegyenletek segítségével számított adatokat mutatja be. A 7.1. és a 7.2. alfejezetek csak az agyagásvány és vasásvány eredményeket mutatják be interpretáció nélkül, így a 7. fejezethez való sorolásuk nehezen érthető.

A 7.1. alfejezetben néhány minta agyagásvány-összetételét ismerteti diffraktogrammok segítségével szakirodalmi adatokkal kiegészítve, de érdemi összehasonlítás vagy összegzés nélkül.

A 7.6.3. alfejezetben levezetett képletek alapján a 11. táblázatban bemutatott eredmények értelmezését meglehetősen megnehezíti, hogy a táblázatban nem az évi csapadék (ÉCSM) értékeit megalapozó (Domingo et al. 2013 alkalmazásával számolt) $\delta^{13}C_{táp,\ mek}$ értékek szerepelnek, hanem a mért $\delta^{13}C$ adatok. Az utóbbiak között mutatkozó kisebb különbségek alapján viszont nehezen lehet elképzelni, hogy azok akár 1000 mm/éves csapadék eltérést eredményezzenek. Az (1) és (2) képletek felhasználásával ez az ellentmondásosnak tűnő helyzet feloldható, de sokat segített volna, ha a táblázatban a $\delta^{13}C_{táp,\ mek}$ értékek is megjelentek volna. Ez megoldható lett volna, ha például a vegetáció típusainak rövidítésével helyet felszabadít fel. A kérdés azért is merül fel ilyen élesen, mert a klímaegyenlettel számolt csapadékadatok között vannak extrém magasak is (3600 mm/év), amelyek relevanciája erősen megkérdőjelezhető.

A 7.6.4. alfejezetben az ÉCSM értékek értelmezésénél ráadásul nem a táblázatban szereplő mért $\delta^{13}C$ értékekre hivatkozik, hanem a $\delta^{13}C_{táp,\ mek}$ értékekre. További ellentmondások is vannak a 11. táblázat, a 42. ábra és az alfejezetben leírtak között. Nehezen értelmezhető az a mondat, amely szerint a *„A becsült csapadékérték ~560 ± 280 mm/év, ami a jelenlegi 500–800 mm/év közötti értékekhez hasonló (Spinoni et al. 2015; 42. ábra).*" Véleményem szerint a ~560 ± 280 mm/év érték akkora különbséget jelez, ami miatt inkább nem tartanám interpretációra alkalmasnak ezt az adatot, ráadásul a 42. ábrán az MN 15-re vonatkozó adatok szélsőértékei is nagyon eltérőek (180 és 1279 mm/év). Az MN 16 biozónára 400 és 3600 mm/év csapadékot számolt.

Nem igazán derül ki, mi a célja a vörösagyagok képződésének rekonstrukcióját bemutató *8. fejezet*nek, mivel abban a szerző a származási helyet és a klímát ismertető alfejezettől eltekintve a saját eredményeit alárendelten mutatja be. A pliocén (8.2.2.) és a pleisztocén (8.2.3.) alfejezetekben bemutatott vörösagyagok képződésére vonatkozó rekonstrukció alátámasztásához sem elsősorban a saját eredményeit használja.

A szerző a *9. fejezet*ben a *Célkitűzésben* meghatározott kérdések mentén foglalja össze az eredményeit.

A 9.2. alfejezetben az elem- és izotópanalitikai adatok geokémiai értelmezése található, amelynek a kemofácies elemzés és az ősemlős fogak stabilizotóp adatai alapján számított paleocsapadék és paleohőmérsékleti eredményeit a 10. táblázatban foglalja össze. Az azonos korba sorolt értékeket

összhangban lévőnek találja, annak ellenére, hogy a két módszer átlagai és intervallumai között, a saját számításait tekintve is, csak egy esetben van átfedés. A különbségek még nagyobbak, ha azokat a többi szerző eredményeivel hasonlítjuk össze. Később részletezi a számítások bizonytalanságait okozó tényezőket (a tapasztalati képletek alapjául szolgáló helyszín in situ alluviális talajképződése, a vizsgálatba bevont kevés faj és alacsony mintaszám) és a pontosság növelésének jövőbeli lehetőségeit, de a kapott adatokat mégis elfogadja. Véleményem szerint azonban ezek az adatok csak nagyon általános, első közelítésnek tekinthetők, amit a nagyon tág intervallumok (pl. MN16-ra 400-3600 mm/év csapadék) is mutatnak. Nem látom feloldottnak a kemofácies és a klímaegyenletek bizonytalanságait sem. A biozónák tág intervalluma (1–2,5 mó év) miatt az átlagértékek nem mondanak semmit, különösen az erősen változékony éghajlatú negyedidőszakban.

Érdekes kérdés a vörösagyagok forrásterületének meghatározása, azonban hiányolom belőle azt a korábban leírt felvetésének tovább gondolását, hogy már „előkészített" anyagok is áthalmozódhattak, amelyek megőrizték a korábbi mállási környezet tulajdonságait és nemcsak a lösz képződéséhez hasonló, hanem annál erőteljesebb mállással jellemezhető folyamatokat kell feltételezni.

A disszertációban több helyen is a szerző a vörösagyagok felhalmozódásáról ír, a 9.6. alfejezetnek is a *„A vörösagyagok felhalmozódásának kora"* címet adja, ami szerintem nagyon megtévesztő, hiszen ő maga is azt mondja, hogy az alapanyag – jobban vagy kevésbé előkészített állapotban – eolikus vagy fluviális folyamatokkal került arra a helyre, ahol aztán később mállásnak indult. A (U/Th)/He kormeghatározásokat is a helyben képződött goethit gumókon és pizoidokon végezte, azaz a vörösagyagok képződésének, és nem a felhalmozódásának az idejét határozta meg.

Kérdések

1. Mi az alapja, és mennyire biztos a korreláció a vörösagyagok és a nem azokból, hanem fluviális, fluviolakusztrikus és maar környezetből származó nagyemlős fogak között? Azaz mennyire adnak jó közelítést a nagyemlős fogakból nyert paleokörnyezeti információk a vörösagyok képződésének körülményeire? Abszolút koradatok hiányában mennyire fogadhatók el a korreláció céljára a különböző szerzők által az idők során változó határokkal megállapított biozónák?
2. A szerző által a különböző módszerekkel (geokémiai klímaegyenletek, ősemlős fogak stabilizotóp összetételére alapozott klímaegyenletek, vaskérgek hematit/goethit arányai) és különböző, de azonos korúnak tartott anyagokon számolt évi középhőmérséklet és évi csapadék adatok között jelentős – 1–6 °C és 300–2400 mm/év – különbségek vannak, amelyek több esetben ugyancsak eltérnek a más szerzőknek ugyanott közzétett eredményeitől (7. és 11. táblázat). A disszertációban megfogalmazott fenttartásait (*„A fajok közti $\delta^{13}C$ eltérések ökológiai különbségeket tükrözhetnek, de ezek pontos mértéke csak több, azonos lelőhelyről származó minta alapján lenne meghatározható."* (87. oldal 3. bekezdés) és *„Ezt tovább fokozza a csapadékegyenletek bizonytalansága is."* (98. oldal)) is figyelembe véve mennyire tartja megbízhatónak a különféle módszerekkel kapott, esetenként egymásnak és a szakirodalmi adatoknak is ellentmondó paleokörnyezetre vonatkozó rekonstrukcióit?
3. Mennyire tartja megbízhatónak és alkalmazhatónak az (U/Th)/He korokat, tekintettel arra, hogy a 31. ábrán bemutatott adatok ugyanazon lelőhelyek esetében is meglehetősen nagy különbségeket mutatnak? Például Atkár: 0,4–1,5 mó, ahol a vörösagyag szelvény kb. 2 m vastag; Vokány: 0,3–3,8 mó, Scorila: 2–5 mó. Utóbbi esetben honnan származnak a minták? Az összlet feküje a szerző megjelölése szerint felső pliocén/alsó pleisztocén, így a >2,6 mó kapott kor nem tűnik reálisnak. (Az 5 mintapont közül 3 minta >= 4 mó év, egy 3 mó körül van, és csak egy van 2 mó évnél).

4. Milyen kapcsolat van a kemofácies vizsgálatokkal kimutatott kémiai fácieseknek (C0–C2), az agyagásványok alapján meghatározott két fő (magas illit-montmorillonit (szmektit) tartalmú fiatalabb és az uralkodóan kaolinitet tartalmazó idősebb) csoporttal? Érdekes lenne látni a hasonló genetikájú vörösagyagot tartalmazó lelőhelyek Kárpát-medencebeli elhelyezkedését kiegészítve a feltételezhető koradataikkal.
5. Milyen következtetéseket tudna levonni a nehézásványtani vizsgálatok alapján megállapított rövidebb és hosszabb szállításokról? Az alapanyag szállítási távolsága mennyiben befolyásolja a vörösagyagok jellemzőit?
6. A saját adatai mennyiben támasztják alá a 8.2.1. alfejezetben bemutatott paleokörnyezeti változásokat?
7. A pliocén vörösagyagok képződését bemutató 45. ábrán jelölt vulkáni hamu kiülepedésről, annak a vörösagyagok képződésében játszott szerepéről csak az utolsó fejezet végén tesz említést, és nem tér ki arra, hogy ezt milyen adatok alapján valószínűsíti. Milyen eredmények utalnak a vulkáni hamu és a vörösagyagok poranyagának egyidejű ülepedésére?
8. Amennyiben az idősebb, a magasabb kaolinit tartalmú vörösagyagok esetében feltételezi, hogy az alapanyag – legalább egy részének – mállása nem a Kárpát-medencében zajlott, és ide már egy „előkészített" anyag került eolikus vagy fluviális folyamatok révén, akkor a fiatalabb vörösagyagok esetében is elképzelhetőnek tartja-e az aktuálisan a felszínen lévő idősebb vörösagyagokból történt áthalmozódást?

A doktori értekezés tézisei

A tézisfüzet mindössze tíz oldalas, amihez négy oldalas irodalomjegyzék tartozik. A nagyon szűkszavú bevezetőből többet tudunk meg a szerző tudományos tevékenységéről, mint a vörösagyagok jelentőségéről, a Kárpát-medencei neogén kutatásában betöltött szerepéről, valamint a képződésével kapcsolatos elképzelésekről. A *Célkitűzések* és a *Módszerek* fejezetek is csak felsorolásokat tartalmaznak. Az eredmények bemutatása a módszerek köré csoportosul, és csak az utolsó egy oldalon láthatjuk a valódi összegzést, azaz a következtetéseket

A szerző a téziseket is rendhagyó módon mutatja be, a disszertáció 9. *„Diszkusszió és konklúzió"* fejezetének logikáját követve, az egyes alfejezetek témaköreihez kapcsolódóan ismerteti, konkrét tézispontok meghatározása nélkül, csupán vastag kiemeléssel jelezve a fontos gondolatokat. A tézisekről alkotott véleményemet ezért az *„Új tudományos eredmények"* fejezet egyes pontjaihoz kapcsolódva fogalmazom meg. Ezeket a pontokat tekintem téziseknek, az azokon belüli különálló eredményeket altézisekként értelmezem.

Agyagásványtani vizsgálatok

1. tézis: *„Az ásványtani vizsgálatokkal egyértelműen bizonyítottam, hogy a vörösagyagokon belül el lehet különíteni két típust; az egyik a magas illit-montmorillonit (szmektit) tartalmú fiatalabb (pleisztocén) vörösagyag (vöröses agyag), a másik az idősebb(pliocén) vörösagyag, melyben az agyagfrakció domináns ásványai a kaolinitek kevés illittel és szmektittel kiegészítve, illetve előfordul gibbsit is az egyes mintákban.*

A fenti állítást elfogadom tézisnek, azzal a megjegyzéssel, hogy a kormeghatározási eredményekre vonatkozó állítást nem tartom ide illőnek, és a kormeghatározási eredményeiből csak kiragadott helyszínekre vonatkozóan fogalmaz meg állítást.

Elem- és izotópanalitikai adatok geokémiai értelmezése

2. tézis: több altézisre bontható

2/a tézis: *„Kémiai fácies (kemofácies) vizsgálatokkal végeztem. A kémiai fő-, és nyomelemadatokból főkomponens analízist, K-középpontú és hierachikus klaszterezést végeztem, mely alapján megállapítottam, hogy a vörösagyag üledékek három kemofáciesbe sorolhatóak.Ezek a következők. 1. Törmelék-gazdag fácies: Magas terrigén agyag behordás, arid/humid környezet. 2. Karbonátok által befolyásolt fácies: Talajkarbonátképződés/megőrződés dominál. 3. Mállási/oxidatív fácies: Erős oxidatív mállás és talajképződés meleg/nedves körülmények között. "*

Elfogadom.

2/b tézis: *„Elsőként alkalmaztam a geokémiai klíma-egyenleteket a Kárpát-medence vörösagyag üledékeire. Ezek elég pontos adatokat nyújtottak a paleo-hőmérséklet és paleocsapadék meghatározásához (1. táblázat). Saját ásványtani–geokémiai megállapításaim és részben a társszerzők által végzett stabilizotóp-geokémia eredmények integrált értelmezése alapján bemutattam, hogy ezek az adatok jó összhangban vannak az ősemlős fogzománc stabilizotóp adatok éghajlati kiértékeléseivel."*

A tézist három részre lehet bontani, az első a geokémiai klíma-egyenletek, a második az agyagásványok vizsgálata, a harmadik az ősemlős fogak stabilizotóp összetétele alapján számított paleocsapadék és paleohőmérséklet. A disszertációban a szerző maga is kétségeit fejezi ki a kemofácies és a klímaegyenletek megbízhatóságát illetően, és az adatok között megjelenő extrém értékek (pl. 3600 mm/év csapadék) vagy a tág intervallumok (300-1300 mm/év vagy 400-3600 mm/év) sem meggyőzőek. Az ellentmondások mellett éghajlati szempontból jelentős különbségek vannak a különböző módszerekkel nyert paleokörnyezeti adatok között is. További probléma szerintem a nem a szerző által begyűjtött, hanem különböző gyűjteményekből származó ősemlős fogakból származó mérések értelmezése, tekintve, hogy nem a vörösagyagokból, hanem fluviális, fluviolakusztrikus és maar környezetből származnak.

A tézist a fentiek miatt nem fogadom el.

2/c tézis: *„Megállapítottam, hogy a kapott pH-értékek (5,4–5,9) alátámasztják a vörös paleotalajok képződésükkori savas kémhatását."*

A disszertációban mindössze öt lelőhely mintáinak átlagait mutatja be, és ezek alapján von le következtetéseket. Véleményem szerint ez nem áll meg önálló tézisként, de megerősíti a vasgumók és vaskérgek keletkezésének körülményeire vonatkozó elképzeléseket. Célszerűnek látom ezért az 5. tézisbe integrálni.

2/d tézis: *„A stabilizotóp adatokkal továbbá alátámasztottam a paleobotanikusok által már leírt növénytakaró (paleoflóra) típusokat, amelyek a pliocén – kora-pleisztocén során jobbára erdős sztyepp és mezikus sztyepp lehetett (1. táblázat)."*

A 2/b tézisnél kifejtett véleményem alapján ezt a tézist nem fogadom el. Nem látom igazolva az alapadatok megfelelőségét és a korbeli korreláció megalapozottságát.

Granulometria

3. tézis: *„A szemcseeloszlási vizsgálatokkal egyértelműen bizonyítottam, hogy a vörösagyagok egy része (főleg a pleisztocénben) — mint ahogy a lösz is — hullóporból ülepedett ki (Kovács 2008; Kovács et al. 2008, 2011, 2013, 2020a). Ezt a genetikát több helyről is detektáltam (Beremend, Csarnóta, Ivanovce, Susak, Včeláre, Scorila, Atkár, Mogyoród). Rámutattam arra, hogy a vörösagyagok egy része, hasonlóan a löszhöz, szél által kerültek a jelenlegi helyükre és ott mállottak agyaggá (Kovács 2008). Továbbá felismertem a már vörös paleotalajok részben eolikus áthalmozódását (Kovács et al. 2013, 2020a).”*

Elfogadom.

Forrásterület

4. tézis: *„A granulometriai vizsgálataimra alapozva és a szakirodalmi adatokra támaszkodva felvetettem az esetleges szaharai forrásterület a vörösagyagok genetikájához. ...Erre viszont vizsgálataim során bizonyítékot nem találtam, tehát a szaharai forrásterület továbbra sem bizonyított.”*

„A nehézásványok vizsgálatai alapján behatároltam a vörösagyagok domináns forrásterületét.”

A negatív eredmény ellenére fontosnak tartom annak elismerését, hogy nem találtak bizonyítékot a szaharai eredet mellett. A csupán hét feltárásból származó nehézásványtani eredményeket kevésnek tartom azon kijelentés megalapozására, hogy behatárolta a forrásterületet. Ugyanakkor ezek a megállapítások nem elegendőek arra, hogy önálló tézisként elfogadásra kerüljenek.

Vasgumók és vaskérgek

5. tézis: több altézisre bontható

5/a tézis: *„Megállapítottam, hogy az agyagban képződött babércek sok információval szolgálnak a paleokörnyezetre, az agyagos/aleurites üledék genetikájára. Új adatokkal szolgáltam a vörösagyagok korának meghatározásában a bennük található goethitek (UTh)/He korhatározási módszerének segítségével.”*

A babércek genetikája alapján levont paleokörnyezeti következtetéseket elfogadom fontos új eredménynek , de a kormeghatározásra való alkalmasságát egy másik tézis tartalmazza, ott nyilatkozom az elfogadásról.

5/b tézis: *„Wavellit, crandallit, és kakoxén mikrokristályokat fedeztem fel egyes vasborsók repedéseiben, oldódási üregeiben, melyek tűszerű aggregátumok formájában jelennek meg. Megállapítottam, hogy ezek a látványos mikrokristály-aggregátumok további adalékul szolgálnak a vasborsók és egyben az in situ vörösagyagok és vörös paleotalajok genetikájához is.”*

Fontos eredménynek tartom, elfogadom.

5/c tézis: *„Vizsgálataim során megállapítottam, hogy a hazai „sivatagi kérgek” mikrotextúráját vizsgálva semmi ismétlődő laminált bekérgezés nem látható, illetve Mn-tartalma rendkívül alacsony, ebből következően nem jellemző bennük Mn-Fe ásvány sem. Ezek alapján felismertem, hogy ezek a gumók, törmelékek nem mások, mint a vörösagyagban képződött vasborsók és kapilláris hatásra kialakult vaskérgek (ferricrete) áthalmozott törmelékei, melyeket felpolírozott a szél által szállított por.*

...megállapítottam, hogy a plio-pleisztocén szárazabb szakaszaiban kaphatták a hazánkban talált vasas szemcsék (gumók, törmelékek) a fénymázat a felületükre, melyet a szél polírozott fel és korukból fakadóan nem álltak közvetett kapcsolatban a Messinai-sókrízissel"

Elfogadom.

A vörösagyagok felhalmozódásának kora

6. tézis: *„A dolgozat új eredményei a vörösagyagban képződött goethit gumók (U-Th)/He módszerrel történő kormeghatározása."*

Részben fogadom el a tézist, mivel hiányolom az adatok értelmezését, annak magyarázatát, hogy mi okozza az azonos lelőhelyről származó minták akár 1 millió évet is elérő korkülönbségét.

A vörösagyagok képződésének környezete

7. tézis: több altézisre bontottam, mert sok állítást fogalmaz meg. Utóbb úgy látom, hogy egyik sem állja meg a helyét önállóan, de összevontan, a kemofácies és klímegyenletek miatt megfogalmazott fenntartásokkal, egy tézisnek elfogadom.

7/a tézis: *„Megállapítottam, hogy az idősebb, pliocén vörösagyagok jobbára a mállási kéreg típusú vörösagyagok (Kabhegyi Tagozat; „Fenyveserdői Vörösagyag Fm."), ... Ehhez a csoporthoz tartozik még a Tengelici Vörösagyag Formáció Beremendi típusú agyaga is.*

A geokémiai klímafüggvények és stabilizotóp-geokémiai adatokból számolt klímaparaméterek alapján rámutattam arra, hogy az idősebb Beremendi típusú vörösagyagok szubtrópusi nedves klímán történő in situ képződése valószínűtlen."

A klímafüggvények alkalmazhatóságához kapcsolódóan felmerült aggályok miatt fenntartással fogadom el a tézis részeként.

7/b tézis: *„Felismertem, hogy a pleisztocén vörösagyagok (Tengelici Va. Fm. fiatalabb tagja) meleg és száraz klímán, szavanna, sztyepp vagy fás sztepp jellegű környezetben képződhettek."*

Résztézisként elfogadom.

7/c tézis: *„Rámutattam arra, hogy a Paksi Lösz Formáció legalsó vörösagyagos paleotalaja és a „Kerecsendi Vörösagyag Formáció" vörösagyaga ásványtanilag teljesen hasonló a Tengelici Va Fm. Tengelici Tagozatának fiatalabb vörösagyagaihoz."*

Elfogadom.

Összegzés

A disszertáció nagyon értékes, új és hiánypótló eredményeket tartalmaz, amelyek a szerző egyéni és társszerzőkkel készített publikációiban is megjelentek. Ezek az eredmények nagyban gazdagítják a

Kárpát-medencebeli vörösagyagokról alkotott képet. Ezek közül kiemelem a vasgumók és a vaskérgek genetikájára és kormeghatározására vonatkozó úttörő munkát. Ezek sokrétű vizsgálatával nemcsak paleokörnyezeti rekonstrukció és az üledékek genetikájának meghatározása, hanem kormeghatározások is lehetővé váltak. Szintén fontos eredmény, hogy a szerző elsőként alkalmazott geokémiai klímaegyenleteket a Kárpát-medence vörösagyagaira. Érdekes új megállapítás, amely szerint a korábban sivatagi kéregnek tartott kavicsok valójában vörösagyagban képződött vasborsók és vaskérgek, amelyeket a szél polírozott fényesre.

Az eredmények bemutatása – ami nem a hagyományos tudományos művek struktúráját követve történt – a szerző elképzelésével szemben azonban nem könnyen követhető, mert gyakran összemosódnak az irodalmi áttekintések, a saját eredmények és a diszkusszió.

A legnagyobb hiányosságának azonban nem a szokatlan szerkezetből adódó nehézségeket tartom, hanem azt, hogy bár az egyes módszerekkel kapott eredmények bemutatása és értelmezése változó részletességgel megtörténik, de elmarad ezek összehasonlítása, az egymásnak ellentmondó eredmények diszkutálása és az átfogó következtetések levonása.

A szerző tudományos munkásságát és komoly eredményeit jól tükrözik a nemzetközi folyóiratokban megjelent publikációi, amelyek egy-egy résztéma komplett bemutatását tartalmazzák. A disszertációban azonban szerintem nem sikerült a sokféle módszerrel és különböző feltárások eredményeit egységes szemlétlettel összefogni és megrajzolni egy – akár felvállaltan ellentmondásokat is tartalmazó – képet a vörösagyagok típusairól és a képződési környezetükről.

Kovács János meghatározó jelentőségű tudományos munkássága alapján, valamint a benyújtott doktori mű eredményeit elegendőnek tartom az MTA doktori cím megszerzéséhez, és a nyilvános védés kitűzését javaslom.

Budapest, 2026. október 6.

Dr. Horváth Erzsébet

MTA doktora

habil. egyetemi docens

ELTE TTK FFI Természetföldrajzi Tanszék