

Szegedi Tudományegyetem
Természettudományi és Informatikai Kar
Környezettudományi Doktori Iskola

**TALAJOK SZERVES ANYAGÁNAK JELLEMZÉSE ROCK-EVAL
PIROLÍZIS VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI ALAPJÁN**

A doktori (Ph.D.) értekezés tézisei

Nyilas Tünde

Témavezető: Dr. Hetényi Magdolna
egyetemi tanár, az MTA rendes tagja

Ásványtani, Geokémiai és Közettani Tanszék
Szeged
2009

Előzmények és célkitűzések

A geológiai szerves anyag a levegőben, a vízben, a talajban, a recens üledékekben és a kőzetekben egyaránt jelen van. Az üledékes kőzetek szerves anyaga, amelynek egy része a fosszilis energiahordozók (kőolaj, földgáz, kőszén, olajpala) forrásanyaga, a téma gazdasági jelentősége miatt már sokoldalúan tanulmányozott. Kevesebbet tudunk a talajban és a recens üledékekben lévő szerves anyag geokémiájáról. Napjainkban azonban a talaj szerves anyaga nagyobb figyelmet kapott, amit tömege, a környezet állapotának kialakításában és a globális C-ciklusban játszott szerepe tett indokolttá. A talaj szerves anyaga, amelyben az atmoszféra CO₂ tartalmának több mint kétszerese raktározódik, kulcsszerepet játszik az atmoszféra CO₂ tartalmának és így a globális földi hőmérsékletnek a szabályozásában. Hatással van a kőzetek mállására és befolyásolja magát a talajképződési folyamatot is. A talajban és a recens üledékekben lévő szerves anyag adszorpciós sajátosságai (a talaj puffer-képességében játszott szerepe) meghatározzák a szerves szennyezések mobilitását, és így hatással vannak a felszíni és felszín alatti vizek minőségére.

A talaj szerves anyaga rendkívül heterogén: különböző növényi biopolimereket, mikroorganizmusokat és ezek különböző mértékig degradálódott bomlástermékei mellett humin anyagokat, kerogént és a természetes vagy antropogén égési folyamatokból származó „black carbon”-t is tartalmaz. Az egyes alkotók stabilitása, degradációjának sebessége és így környezeti hatása széles skálán mozog; néhány évtől sok ezer évig terjed.

A Rock-Eval pirolízis gyors és hatékony módszer a szerves anyag mennyiségének és minőségének jellemzésére üledékes kőzetekben, recens üledékekben és talajokban. Az eredeti rutinmérésekkel azonban csak a teljes szerves anyag mennyiségről kapunk információt anélkül, hogy a komponenseket azonosíthatnánk a szerves keverékben.

Munkám egyik célja ezért a Rock-Eval pirolízis olyan módosított formájának kidolgozása volt, amely lehetőséget nyújt a pirogramok matematikai értékelésével a talajban és a recens üledékekben lévő kémiai és kinetikailag heterogén szerves anyag különböző termikus stabilitású komponensei részarányának meghatározására és a humifikáció, a biopolimer-geopolimer transzformáció mértékének becslésére. További célom a szerves anyag (szerves és vizes közegben) oldható és oldhatatlan frakcióinak elválasztása volt laboratóriumi módszerekkel, az alkotók elválasztására szolgáló eljárás kidolgozása, valamint a talajtípust kialakító klimatikus viszonyok és a prekursor növényzet szerepének tanulmányozása.

A mérési adatok geokémiai interpretációját követően egy paleotalaj monolit szerves-geokémiai feldolgozását végeztem el. Arra a kérdésekre próbáltam választ keresni, hogy a Rock-Eval pirolízisen alapuló szerves anyag vizsgálatok alkalmasak-e kisebb események elkülönítésére a genetikai szinteken belül, illetve szolgáltatnak-e többlet információt a paleotalaj vizsgálatoknál eddig használt rutin eljárásokhoz képest.

Kísérleti anyagok és módszerek

A vizsgált talajminták a nyugat-magyarországi Cibulka-patak vízgyűjtőn elhelyezkedő csernozjom szelvényekből (csernozjom, csernozjom barna erdőtalaj); a kelet-magyarországon egykor nagy kiterjedésű Ecsedi-láp különböző vízgazdálkodású lápterületeiről (Bürgezdi-láp, Csicsós-láp és Bivalyfertő); Pécsvárad (TIM132272; TIM161244), Görömböly (TIM 29005) és Kaposvár (TIME6014) környékéről származó Talajvédelmi és információs monitoring (TIM) pontok szelvényeiből származnak. A recens talajok mellett az Alföld északkeleti részén, egy régészeti lelőhelyen feltárt paleotalaj monolitot (Polgár-Ferenci-hát) is bevontam a vizsgálatokba. Az üledékes kőzetminták a dunántúli középhegységi szerkezeti egység triász karbonátplatformjához kapcsolódó medencékből (Rezi, Vérhalom) és a Pliocénben keletkezett olajpalából (Balatonfelvidék, Pula) származnak.

A talaj- és kőzetminták Rock-Eval adatait Delsi Oil Show Analyzer (OSA) típusú műszerrel, valamint a Rock-Eval készülékek legújabb generációjához tartozó RE6-tal határoztam meg. A méréseket homogenizált mintákon végeztem. Az OSA egyetlen mérésből hét - az elemzésekhez jól használható -, paramétert határoz meg (S_1 , S_2 , T_{max} , TOC, HI, PI, CH_{pot}). Az RE6 készülék oxigén index meghatározására is alkalmas.

A talajban egyidejűleg található különféle szerves anyagok csoportjai kifejezhetők egy-egy Gauss görbével a pirogramon (S_2 csúcs), jellegzetes átlag (M) és szórás (σ) értékekkel. Tehát minden pirogram számos normál eloszlású görbe bonyolult átfedéseiből alakul ki. A többkomponensű keverék különálló tagjait a pirogram matematikai bontásával határozhatjuk meg. A görbék bontását a korábbi munkákkal ellentétben balról indítjuk, mivel a pirolízis során először az instabilabb biopolimerek pirolizálódnak és a pirogram kezdeti szakaszán jól felismerhető egy Gauss-görbe kezdeti, felfutó szakasza. Disnar és szerzőtársai (2003) a pirogramok illesztését a készülék által mért T_{max} -nál kezdték, mivel definíciószerűen ezen a hőmérsékleten pirolizálódik az a szerves anyag, ami a legnagyobb mennyiségben van jelen és a legjellemzőbb a mintára. Azonban ez a maximum nem feltétlen adja meg a minta legjellemzőbb anyagának mennyiségét talajok és recens üledékek esetében, mert sokszor két szomszédos Gauss görbe átlapolódásának, összeadódásának eredménye.

Az izolációs eljárás során az első lépésben a minta lipid frakcióját nyertem ki 1 : 3 arányú hideg metanol-kloroformos extrakcióval. Ezt követte a fulvin- és huminsavak eltávolítása $0,5 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-hidroxid oldatos mosással. A harmadik lépés a poliszacharidok és proteinek eltávolítására szolgál. Ezt hat lépésben, egyre töményedő trifluor-ecetsavas és sósavas kezeléssel érjük el. A következő lépésben a szerves frakció koncentrációja (kerogén izolálás) történt, amely során több lépésben tömény sósav és hidrogén-fluorid felhasználásával elbontottam az ásványi mátrixot. A vissza maradt ún. „refractory organic matter” (ROM) frakciót tovább oxidálva kálium-dikromát/kénsav (0,1 M/2M) oldattal a „black carbon”-t (BC) nyertem ki.

Az izolációs eljárás során elkülönített frakciókat hamutartalom meghatározásnak, gázkromatográfiás lipid analízisnek, elemanalízisnek, Fourier transzformációs infravörös spektroszkópiának, stabil izotóp analízisnek és nagyfelbontású transzmissziós elektronmikroszkópiának (HRTEM) vettem alá.

A geoarcheológiai kutatások során feltárt paleotalaj monolitból származó minták a Szegedi Tudományegyetem Földtani és Őslénytani Tanszékén kerültek elemzésre. Mérték a pH-t, szemcseméret eloszlást, a karbonát- és szerves anyag tartalmát. A szemcseméret eloszlás méréséhez Micromeritics SediGraph 5000ET típusú röntgen-szedigráfot használtak. A karbonát- és a szerves anyag mennyiségét Dean-módszerrel határozták meg, mely az izzítási veszteség visszamérésén alapszik. A talajtani és üledékföldtani vizsgálatok eredményeit, valamint a Rock-Eval pirolízissel kapott számadatok statisztikai elemzését SPSS 11.0 programmal végeztük.

Új tudományos eredmények

- 1. A módosított Rock-Eval pirolízissel és a pirogramok matematikai értékelésével kapott adatok jó hatásfokkal alkalmazhatók az éretlen szerves anyagot tartalmazó talajok és recens üledékek szerves anyagának részletes jellemzésére. Ugyanakkor csak korlátozott mértékben szolgáltatnak információt a „klasszikus” Rock-Eval pirolízissel jól jellemezhető, termikusan érettebb kőolaj és földgáz anyagok szerves anyagáról.*
- 2. A matematikai értékelésre is alkalmas pirogramokat eredményező Rock-Eval pirolízis kísérleti körülményeinek tisztázására végzett előkísérlet sorozatokból megállapítható, hogy a felfűtési sebesség jelentős mértékben befolyásolja a szerves anyag meghatározásának pontosságát. A talajok szerves anyagának fő komponensét alkotó ún. inert szervesszén tartalom megbízhatóan 25°C/min felfűtési sebességnél mérhető.*
- 3. A Rock-Eval pirolízis és a pirogramok matematikai értékelése alkalmasnak bizonyult a különböző ökoszisztémákban fejlődött talajok elkülönítésére és rokonságaik kimutatására. Az eredmények a Világ Talaj Referenciabázis” (WRB) talajosztályozási rendszerének referencia csoportjaival vannak összhangban, amely diagnosztikus szemléletű rendszer és a talajképző folyamatok helyett a folyamatok eredményeként kialakuló szintek és tulajdonságok kerülnek előtérbe az osztályozásnál.*

A Rock-Eval integrálgörbék kompozit görbéiből Monte Carlo szimulációval előállítottam egy sávot, amely a kérdéses talajtípus jellegzetes szerves anyag „ujjlenyomata”. Egy „ismeretlen” talajmintáról akkor fogadtam el, hogy az adott talajtípusba tartozik, ha a pirogramja legalább 90%-ban a sávon belül fut. A szerves anyag „fingerprint” előállításának célja a szerves anyag mintázat alapján a különböző talajtípusok elkülönítése volt.

4. *Az irodalomból ismert, általában csak egy frakció izolálására kidolgozott, eljárások kombinálásával és módosításával összeállítottam egy olyan módszert, amely lehetővé teszi minden egyes frakció kvantitatív izolálását - a tömegarányok meghatározását - és lehetőséget nyújt részletes szerves-geokémiai vizsgálatokra az izolált frakciók mindegyikén.*

A minta Rock-Eval pirogramjaiból és a pirogramok matematikai bontásából jól nyomon követhető az izolálási folyamat egyes lépései során a szerves anyag frakciók egymáshoz viszonyított arányainak változása, a szerves anyag csökkenő heterogenitása.

5. *A kémiai izolálással meghatározott és a Rock-Eval pirogramok integrálásával számított black carbon mennyiségek közötti jó korreláció arra enged következtetni, hogy a Rock-Eval pirolízis alkalmas a kémiai elválasztással csak nagyon hosszadalmas módon meghatározható black carbon tartalom jó közelítésű becslésére.*

6. *Az autópálya építkezések kapcsán feltárt régészeti lelőhelyről származó paleotalaj monolit részletes szerves-geokémiai vizsgálatának eredményei alapján, a Rock-Eval pirolízis jól kiegészíti a rutinszerűen használt talajtani és üledékföldtani mérési módszereket, nemcsak megerősíti azok következtetéseit, hanem többlet információt is szolgáltat. Alkalmas a talajtani és üledékföldtani módszerekkel megállapítható eseményeken belül további epizódok, a genetikai szinteken belül kisebb események elkülönítésére.*

A monolit Rock-Eval pirogramjait mélység szerint sorba rendezve három egymáshoz nagyon hasonló és egy negyedik, egészen más mintázatot mutató csoportot tudtam elkülöníteni. A hasonlóságok és különbségek számszerűsítésére Rock-Eval pirolízissel meghatároztam a heterogén szerves anyagban a különböző termikus stabilitású komponensek részarányát.

A Rock-Eval pirolízis és a Szegedi Tudományegyetem Földtani és Őslénytani Tanszékén végzett talajtani és üledékföldtani vizsgálatok eredményeinek statisztikai feldolgozása lehetővé tette a mért eredmények komplex elemzését, ami quarter paleotalajok képződésének rekonstruálásához elengedhetetlen. Faktoranalízissel a geokémiai határvonalakat állapítottuk meg, klaszteranalízissel a határvonalakon kívül az egymással rokonságot mutató csoportokat tudtuk elkülöníteni. A klaszteranalízissel kapott dendogram kiválóan egyezik a Rock-Eval pirogramok mintázatával.

A talajtani vizsgálatokból származó adatok arra utalnak, hogy az eredeti talaj típus Luvisol, míg a mikromorfológia eredményei alapján megállapítható egy erős hidromorf hatás, amely azt mutatja, hogy a paleotalaj Fluvisol. A komplex talajtani elemzések alapján megállapítást nyert, hogy a talaj olyan környezetben alakulhatott ki, mely fejlődése során többször víz alá került. A Rock-Eval pirogramok mintázata és részletes elemzése teljes mértékben alátámasztja azt a feltételezést, amely szerint a vizsgált szelvény a terület olyan pontjáról származik, ahol a térszíni adottságokból következően csak nagyobb áradást követően alakult ki vízborítottság és a vízállás csökkenése után tartósan pangóvízes környezet jött létre.

Tudományos közlemények

Az értekezés témájában megjelent dolgozatok:

Folyóiratban:

1. Hetényi, M., **Nyilas, T.**, M. Tóth, T. (2005) Stepwise Rock Eval pyrolysis as a tool for typing heterogeneous organic matter in soils. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis 74/1-2, 45-54.
IF₂₀₀₅: **1,265**
2. Hetényi M., **Nyilas T.**, Sajgó Cs. and Brukner-Wein A. (2006) Heterogeneous organic matter from the surface horizon of a temperate zone marsh. Organic Geochemistry, Volume 37, Issue 12, 1931-1942
IF₂₀₀₆: **2,331**
3. Hetényi M., **Nyilas T.** (2007) Variation of Rock-Eval data as a function of heating rate. Acta Mineralogica-Petrographica, Volume 47, 47-52
4. **Nyilas T.**, M. Tóth T., Hetényi M. (2008) Quantification of soil organic matter degradation by Rock-Eval pyrolysis, Proceedings Paper, Cereal Research Communications Volume 36, 2007-2010, part 3
IF₂₀₀₈: **1,190**
ΣIF: **4,786**

Gyűjteményes kötetben:

1. **T. Nyilas** (2005) Soil organic matter characterisation by Rock-Eval pyrolysis. 5th International Conference of Ph.D. Students. Miskolc, Hungary 2005. Proceedings Paper, ISBN 963 661 681 7 Abstract Volume, 355-359.
2. **Nyilas T.** (2005) A talaj szerves anyagának humifikációja. A Környezettudomány Elmélete és Gyakorlata – Környezetgazdálkodás európai keretben, Tudományos konferencia. Szeged, CD konferencia kiadvány 1-5.
3. **T. Nyilas**, M. Imre (2009) Rock Eval pyrolysis as a tool for characterization of organic matter in environmental and pollutant samples. 10th International Symposium „Interdisciplinary Regional Research” ISIRR, Proceedings Paper, S6-15.

Az értekezés témájához közvetlenül nem kapcsolódó dolgozatok:

1. E. Tombácz, **T. Nyilas**, Zs. Libor, Cs. Csanaki (2004) Surface charge heterogeneity and aggregation of clay lamellae in aqueous suspensions. Special 8CCC issue of Progress in Colloid & Polymer Science, 125, 206-215
2. M. Fuchs, **T. Nyilas**, T. Szegi, T. Bialkó (2009) Morphological evidences of swelling stress in some high clay content soils of Hungary, Proceedings Paper, Cereal Research Communications (DOI: 10.1556/CRC.37.2009.Suppl.1) (in press)
IF₂₀₀₈:**1,190**
3. G. Nagy, **T. Nyilas**, Sz. Ördög, A. Volford (2009) Supporting the reasonable agricultural production with a newly founded environmental laboratory in the South Eastern Region of Hungary. 10th International Symposium „Interdisciplinary Regional Research” ISIRR, Proceedings Paper S6-16.

Mindösszesen: IF **5,976**

Kutatási jelentés

1. **Nyilas Tünde**, M. Tóth Tivadar (2007) TEVA Magyarország Zrt. debreceni telephelyéről származó klórozott szénhidrogénekkal szennyezett fúrásmagok vizsgálata p. 1-76
2. **Nyilas Tünde**, M. Tóth Tivadar (2009) TEVA Magyarország Zrt. debreceni telephelyéről származó klórozott szénhidrogénekkal szennyezett fúrásmagok vizsgálata, A kármentesítésre használható anyagok hatása az ásványi mátrixra p. 1-68

Előadások

1. **Nyilas T.**, Hetényi M., M. Tóth T. A talaj szervesanyag formáinak szétválasztási lehetőségei. Elhangzott a MTA Geokémiai és Ásvány-Kőzettani Tudományos Bizottsága Szerves Geokémiai Albizottságának 2006. november 21-i ülésén.
2. **Nyilas T.**, Imre M. Paleotalaj jellemzése Rock-Eval pirolízissel: új módszer a paleotalajok vizsgálatában. Elhangzott a MTA Geokémiai és Ásvány-Kőzettani Tudományos Bizottsága Szerves Geokémiai Albizottságának 2008. október 28-i ülésén.
3. **Nyilas T.** Talajok szerves anyagának jellemzése Rock-Eval pirolízis vizsgálatok eredményei alapján. Elhangzott a Szegedi Akadémiai Bizottság Föld - és Környezettudományi Szakbizottsága által 2008. november 11-én rendezett előadói napon.

Konferencia szereplések:

1. I. Horváth, **T. Nyilas**, T. Kiss, Z. Jóri (2001) Cluster analysis of the warp samples of Tisa polluted by heavy metals. Hungarian Chemometric Workshop Kemometria '01 Hungary, Pécs, 2001. Abstracts Volume, 53.
2. Juhász M., **Nyilas T.**, Sitkei E. (2002) A Tiszán 2000-ben levonuló cianid- és nehézfémzennyezés adatainak elemzése klaszteranalízissel. VIII. OFKD. Magyarország, Veszprém, 2002. Abstract kötet 107-108. oldal
3. **Nyilas T.** (2003) A montmorillonit felületi töltés heterogenitásának meghatározása. XXVI. OTDK. Magyarország, Budapest, 2003. Abstract kötet 113. oldal
4. **Nyilas T.** (2004) A montmorillonit felületi töltés heterogenitásának meghatározása. XXXV. Ifjú Szakemberek Ankétja. Magyarország, Sáropatak, 2004. Abstract kötet 63-64. oldal
5. **Nyilas T.** (2004) A montmorillonit felületi töltés heterogenitásának meghatározása. IX. OFKD. Magyarország, Budapest, 2004. Abstract kötet 59. oldal
6. M. Hetényi, **T. Nyilas** (2004) Organic matter characterization by stepwise Rock Eval pyrolysis. 16th International Symposium on Analytical & Applied Pyrolysis. Alicante, Spain, 2004. Abstract Volume, 132.
7. **T. Nyilas** (2005) Soil organic matter characterisation by Rock-Eval pyrolysis. 5th International Conference of Ph.D. Students. Miskolc, Hungary 2005. Abstract Volume, 355-359.
8. **Nyilas T.** (2005) A talaj szervesanyagának humifikációja. A Környezettudomány Elmélete és Gyakorlata – Környezetgazdálkodás európai keretben, Tudományos konferencia. Szeged, Magyarország, 2005.
9. **Nyilas T.** (2005) A szervesanyag humifikációja különböző talajtípusokban. XXXVI. Ifjú Szakemberek Ankétja. Magyarország, Sarlópuszta, 2005.
10. Hetényi, M., Sajgó, Cs., **Nyilas, T.**, Brukner-Wein, A. (2005) Organic geochemical studies of soil from a temperate-zone marsh. Organic Geochemistry: Challenges for the 21st century. Book of Abstracts of the Communications presented to the 22nd International Meeting on Organic Geochemistry Seville-Spain, vol. 2, 1014-1015.
11. **T. Nyilas**, T. M. Tóth (2005) Recursive deconvolution of soil organic matter pyrograms. IX. Congress of Hungarian Geomathematics. Mórahalom, Hungary 2005.

12. **T. Nyilas**, T. M. Tóth (2006) Organic geochemical „fingerprint” of soil types evaluating Rock-Eval pyrograms. X. Congress of Hungarian Geomathematics, Applications of geostatistics, gis and remote sensing in the fields of geosciences and environmental protection. Mórahalom, Hungary 2006.
13. **Nyilas T.**, Imre M. (2006) Determination of paleosoil type by Rock Eval Pyrolysis. 17th International Symposium on Analytical and Applied Pyrolysis. Budapest, Hungary 2006. Book of Abstracts 102.
14. Hetényi, M., **Nyilas T.** (2006) Study of Organic Matter Evolution in Soils of Different Topography by Rock-Eval Pyrolysis. 17th International Symposium on Analytical and Applied Pyrolysis. Budapest, Hungary 2006. Book of Abstracts 101.
15. A. Csanádi, T. M. Tóth, A. Barczy, **T. Nyilas** (2007) Reorganization of organic and inorganic matter along disturbed soil profiles. VI. ALPS-ADRIA Scientific Workshop Obervellach, Austria 2007.
16. **T. Nyilas**, M. Imre (2007) Characterization of paleosoil by Rock Eval pyrolysis. XI. Congress of Hungarian Geomathematics, Applications of geostatistics, gis and remote sensing in the fields of geosciences and environmental protection. Mórahalom, Hungary 2007.
17. **T. Nyilas**, T. M. Tóth (2007) Soil organic matter characterization by analysis of Rock-Eval pyrograms. XI. Congress of Hungarian Geomathematics, Applications of geostatistics, gis and remote sensing in the fields of geosciences and environmental protection. Mórahalom, Hungary 2007.
18. M. Molnár, A. Barczy, K. Joó, T. Horváth, J. Dani, I. Futó, **T. Nyilas** (2007) Lessons learnt from buried soil dating of a Hungarian kurgan. 9th International Conference „Methods of Absolute Chronology”, Gliwice, Poland 25-27th April 2007, Book of Abstract 50.
19. Hetényi M., **Nyilas T.**, Sajgó Cs. (2007) Distribution pattern of organic fractions isolated from soils of different topography. The 23rd International Meeting on Organic Geochemistry, Torquay, England, 9th-14th September 2007, Book of Abstract, 963-964
20. **T. Nyilas**, M. Imre (2008) Characterization of a paleosoil profile by Rock-Eval pyrolysis: new method in the paleosoil pedological analysis. 18th International Symposium on Analytical and Applied Pyrolysis May 18 – 23, 2008. Costa Tegui, Lanzarote – Spain Book of Abstract 301.

21. Imre M., **Nyilas T.**: Characterization of a paleosoil profile with a modified deconvolution of RE pyrograms. XI. Geomatematikai szimpózium: geomatematika, geostatisztika, térinformatika és távérzékelés alkalmazásai a környezet-, föld- és bányászati tudományokban. Mórahalom, 2008. május 29-31.
22. M. Fuchs, **T. Nyilas**, T. Szegi, T. Bialkó: Morphological evidences of swelling stress in some high clay content soils of Hungary, VIII. Alps-Adria Scientific Workshop April 27- May 2, 2009. Neum, Bosnia-Herzegovina
23. G. Nagy, **T. Nyilas**, Sz. Ördög, A. Volford: Supporting the reasonable agricultural production with a newly founded environmental laboratory in the South Eastern Region of Hungary, 10th International Symposium „Interdisciplinary Regional Research” ISIRR 2009, 23-24 April, Hunedoara, Romania, Book of Abstract 30.
24. **T. Nyilas**, M. Imre: Rock-Eval pyrolysis as a tool for characterization of organic matter in soil samples, 10th International Symposium „Interdisciplinary Regional Research” ISIRR 2009, 23-24 April, Hunedoara, Romania, Book of Abstract 30.
25. M. Hetényi, **T. Nyilas**, Cs. Sajgó, I. Futó: Late Pleistocene-Holocene environmental changes recorded by organic geochemical proxies (Lake Balaton, Hungary) The 24th International Meeting on Organic Geochemistry, Bremen, Germany, 5th-11th September 2009, Book of Abstract, 133
26. G. Bozsó, **T. Nyilas**, M. Hetényi, E. Pál-Molnár: Accumulation and distribution of organic matter in salt-affected lacustrine sediments at the Fehér-lake, (Szeged, Hungary) The 24th International Meeting on Organic Geochemistry, Bremen, Germany, 5th-11th September 2009, Book of Abstract, 508