SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM • TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR •

S.J.P. Egyetemi Könyvtár SZEGED 18.

Növényi makrofosszília vizsgálati módszerek kidolgozása negyedidőszaki üledékek paleobotanikai leírására

Ph. D. értekezés tézisei

Jakab Gusztáv

Témavezető: **Dr. Sümegi Pál** Habil.
tanszékvezető egyetemi tanár

Földtani és Őslénytani Tanszék
Szegedi Tudományegyetem
Szeged
2005

1. Bevezető

Növényi makrofosszília fogalom (továbbiakban: makrofosszília) alatt értjük az üledékekből kinyerhető, szabad szemmel is látható, elhalt növényi részeket. A leggyakrabban vizsgált makrofosszíliák a magvak és a termések. További maradványok a vegetatív részek, mint a levelek, szárak, rügyek, virágok, fás részek, valamint a mohák. A makrofosszíliák közé sorolhatjuk a famaradványokat és faszeneket is. A makrofosszíliák legalább három fontos információval szolgálnak a paleoökológiai kutatások során:

- a határozás sokkal pontosabb lehet néhány taxon esetében, mint amit a pollenvizsgálattal el lehet érni, ami pontosabb ökológiai értékelést tesz lehetővé (pl.: *Gramineae, Cyperaceae*, mohák);
- olyan taxonok, amiknek gyakran nem vagy csak kevés pollenjük marad meg, az üledékben gyakran jelentős számú makrofosszíliát hagynak hátra;
- az egyes taxonok helyi jelenléte jobban bizonyítható a nagy méretű makrofosszíliák, mint a könnyen szállítódó pollenek alapján.

A makrofosszília vizsgálatokkal akár a közösségek társulás szintű azonosítása is lehetséges, mert a makrofosszília közösségek állnak legközelebb az egykor élt tényleges társulásokhoz. A makrofosszília vizsgálatok ma már nélkülözhetetlenek a negyedidőszaki paleobotanikában (BIRKS – BIRKS 2000).

Korábban a makrofosszília vizsgálatok egyik sajátosságának tekintették a nagy mintaigényt. A tőzegben és tavi üledékeben kevés magot és termést lehet találni. Habár növelhetjük a fúró méreteit, mégis optimálisabb lenne, ha hasonló mintamennyiségből megoldhatnánk a vizsgálatokat, mint a pollenanalízis (1-3 cm^3), és mégis sok maradvánnyal tudnánk dolgozni.

Részben megoldja ezen problémákat a makrofosszília analízist tökéletesítő talán egyik legötletesebb technika, a Southamptonban kifejlesztett úgynevezett **QLCMA módszer** (*semi-quantitative quadrat and leaf-count macrofossil analysis technique*, BARBER et al. 1994), ami már a modern pollenanalízishez hasonló részletességű és pontosságú elemzések elvégzését teszi lehetővé.

De még ez az új módszer sem old meg minden problémát. A QLCMA módszert savanyú, *Sphagnum*-tőzegekre dolgozták ki, bázikus tőzegeken, illetve szerves anyagban szegényebb tavi üledékeken nem nyújt többet, mint a korábbi becsléses vizsgálatok, mert ezek inkább növényi szövetmaradványokat (főként gyökereket), és többé-kevésbé humifikálódott határozhatatlan maradványokat tartalmaznak.

A dolgozatban bemutatjuk QLCMA módszer egy módosított változatát, amely megoldást jelenthet ezen problémákra. Kialakítottunk egy olyan rendszert, ahová a gyengén humifikálódott, és ezért határozhatatlan szerves maradványok pontosan besorolhatók. A meglévő szövethatározókat továbbfejlesztettük, és kiterjesztettük a közép- és kelet-európai fajokra. Ezzel a határozóval lehetővé válik a sokszor csak mm-es méretű lágy szövetek határozása. A számolási módszert úgy módosítottuk, hogy mind a határozható, mind a részben humifikálódott maradványok mennyisége meghatározható legyen.

A kidolgozott módszert különböző üledéktípusokon, különböző területeken teszteltük. Megvizsgáltuk a kimutatott hidrológiai és vegetációs változások, valamint a negyedidőszaki klímaváltozások közötti összefüggéseket.

2. Új tudományos eredmények

1. **Tőzegszövet alkotó** alatt azokat a szerves maradványokat értjük, amelyek egy 300 μm lyukbőségű szitán az üledék átiszapolását követően fennmaradnak. A tőzegszövet alkotók legnagyobb mennyiségben a tőzegekben találhatók meg, de természetesen kisebb mennyiségben különböző tavi üledékekben is előfordulnak. A tőzegszövet alkotók okozzák a tőzeg olyan egyedülálló fizikai tulajdonságait, mint amilyen a rugalmassága vagy a nagy vízfelvevő képessége.

A tőzegben és a szerves anyagban gazdag tavi üledékekben előforduló szerves maradványokat alapvetően két részre lehet osztani (1. táblázat). Egyrészt vannak, amelyeket ezzel a módszerrel valamilyen alacsonyabb rangú taxonnal lehet azonosítani (*specifikus tőzegszövet alkotók*) és vannak amelyeket ezzel a módszerrel nem lehet (*nem specifikus tőzegszövet alkotók*).

1. táblázat. A fontosabb tőzegszövet alkotók

Specifikus tőzegszövet alkotók:	magvak, termések mohák rizóma epidermiszek, levél és szár epidermiszek más szövetek és szervek
Nem specifikus tőzegszövet alkotók:	Monocots. Undiff. – meghatározatlan egysziků maradvány U. O. M.- azonosítatlan szerves maradvány U. L. F. – azonosítatlan levél töredék U. B. F.- azonosítatlan moha töredék Sphagna undiff. – *Sphagnum* szárak pernye, faszén, fa Molluszka héj töredékek, rákpáncélok, ízeltlábú maradványok stb.

A specifikus tőzegszövet alkotók lehetővé teszik az egykori növénytársulások pontos azonosítását, míg a nem specifikus tőzegszövet alkotók segítenek a felhalmozódási környezet és a hidrológiai változások értelmezésében.

---

2. A tőzegszövet alkotók mennyiségi meghatározása a BARBER et al. (1994) által kidolgozott QLCMA módszer módosított változatával történt. Ezzel a módszerrel kis mennyiségű mintából (1-3 cm^3) mákmag, mint jelzőanyag hozzáadásával lehet a makrofosszíliák mennyiségét boncolómikroszkóp segítségével meghatározni.

Az általunk végrehajtott módosításokkal a módszer a következő. A fűrásmagokból 5 cm-enként 3 cm^3-es mintákat veszünk. A mintát 300 μm lyukátmérőjű szitán szűrjük le. A koncentrációk meghatározása úgy történik, hogy ismert mennyiségű jelzőanyag (0,5 g mákmag kb. 960 db) hozzáadása után petricsészében 10 db 10x10 mm-es kvadrátban megszámoltuk az összes mákmagot és maradványt sztereomikroszkóp segítségével. A rizómák és a mohák csak fénymikroszkóp alatt határozhatók meg. Ezért 100 darab egysziků maradványt kiszedünk és vizes preparátumot készítünk. A tárgylemezt sorról-sorra végigjárva minden maradványt meghatározunk és megszámolunk. Így megkaptuk, hogy a egysziků̈eken belül az egyes taxonok, illeve a Monocot. Undiff. hány százalékban van jelen. A moháknál az egyes fajok és az UBF értékét ugyanígy határoztuk meg.

A koncentrációt az alábbi egyenlőség adja meg:

$$\text{Makrofosszília koncentráció} = \frac{\text{számolt makrofosszília (átlag)} \times 960\ \text{(összmák)}}{\text{számolt mák (átlag)} \times \text{minta térfogata (cm}^3\text{)}}$$

---

3. A módszer alkalmazásának előfeltétele egy **szövethatározó**, amivel a mm-es méretű lágy növényi szöveteket faji szinten azonosíthatjuk. A dolgozatban összegeztük a fosszilis szövetek határozására irányuló eddigi kulcsokat és leírásokat. Továbbfejlesztettük PIDOPLICSKA (1936) határozókulcsát. A meglévő határozók anyagát elsősorban a fontosabb hazai és Kárpát-medencei egysziků (főként *Carex* fajok) fajok gyökerének leírásával egészítettük ki. Ezek a leggyakoribb hazai lápi fajok, és olyanok, amelyek előfordulhattak a Pleisztocén illetve Holocén folyamán a Kárpát-medence területén. A kulcs segítségével mintegy 80 faj határozása válik lehetővé tőzegből mikroszkópikus bélyegek alapján.

A határozáshoz az egyedüli támpontot a sejt és a sejtfal morfológiai bélyegei jelenthetik, valamint a sejtfalak színe. A legfontosabb bélyegek a sejtfalak vastagodásai, a sejtek méretei és alakja, a gyökérszőrök alakja és gyakorisága, esetleg az endodermisz és a sztéle megléte. Fontos a sejtek színe és az egyes sejtek elhelyezkedése a gyökér bőrszövetében. A gyökerek

bőrszövetén un. kidudorodó (kiemelkedő) gyakran vastagodott falú sejteket figyelhetünk meg (1. ábra).

A savanyú tőzegekben általában a különböző *Sphagnum* fajok, a bázikus tőzegekben a lágyszárú növények maradványai dominálnak, mint a sások, a nád vagy a gyékény (2. ábra). A növények különböző szerevei, szövetei különböző mértékben konzerválódnak a tőzegben. Legjobban a föld alatti részek maradnak meg (gyökerek, föld alatti szárak). Legnagyobb mennyiségben az egyszikűek hajszálgyökereit találhatjuk meg.

4. Császártöltés: Vörös-mocsár és Hajósi-kaszálók

A Duna-Tisza közi lápvonulat legdélebbi része a Vörös-mocsár és a Hajósi-kaszálók. A területen összesen hat fúrás makrofosszília vizsgálatát végeztük el. Ebből kettő a Vörös-mocsárban, négy pedig transzekt mentén a Hajósi-kaszálókon készült.

A radiokarbon kormeghatározás és a paleoökológiai adatok alapján a feltöltődő meder a Pleisztocén/Holocén határán szakadt el a Duna vízrendszerétől, a Paks-Sárközi süllyedék neotektonikus süllyedése miatt. Egy szokatlanul hosszú, mintegy 47 km-es holtág jött létre, ami a holocén során feldarabolódott. A makrofosszília vizsgálatok eredményei szerint a császártöltési Vörös-mocsár és a Hajósi-kaszálók a meder feldarabolódása miatt eltérő fejlődésen ment keresztül.

A Vörös-mocsár megőrizte kapcsolatát a Dunával, annak áradásai oxigénben, tápanyagban és karbonátban gazdag vizet juttattak a területre. A nádasok uralták a medret annak kialakulása óta. A zsombékosok csak 1770 BP (1700 cal. BP) év után terjedtek el. A Hajósi-kaszálókat a Kora-Holocénben a mederbe került nagy mennyiségű szervetlen üledék elszigetelte a Duna áradmányvizeitől, és ezután csak a csapadékvíz illetve felszín alatti vizek táplálták. A nádasok csak a Kora-Holocénben voltak jelen. A zsombékosok 3960 BP (4400 cal. BP) év után jelentek meg a javuló klíma és a láp oligotrofizálódása következtében.

5. Nagybárkány: Nádas-tó

A nagybárkányi Nádas-tó a Keleti Cserhát kis kiterjedésű tőzegmohás lápja. A tó kialakulása a Késő-Glaciálisig nyúlik vissza (3. ábra). A Késő-Glaciálistól az Atlantikus kronozónáig magasabb vízszintet mutattunk ki. Nádas csak kis területet borított. Ezt követően egy hozzávetőlegesen 4400 éves réteghiány jelentkezik, amit a meder kimélyítése okozott a késő vaskorban, a kelták megtelepedésének idején, mintegy 330 BC (2300 cal. BP) évnél. A tó vízszintje ezt követően alacsonyabb, a víz minősége eutrófabb lett. A tó körül nádas zóna alakult ki. Összefüggést mutattunk ki a történetileg regisztrált klímatikus korszakok (*Viking Klímaoptimum, Népvándorláskori Minimum, Római Klímaoptimum*) és a

tó trofitási viszonyainak változásai között. A láposodás gyékényes úszóláp társulással az Árpád-kor végén vette kezdetét. A tőzegmohaláp kialakulása hasonló stádiumokon keresztül ment végbe, mint a csarodai Báb-tava és a keleméri Nagy-Mohos lápjának esetében.

6. Balatonederics: Szigligeti-öböl, Balaton

A Balaton Közép-Európa legnagyobb területű tava. A tómeder kialakulása fokozatosan történt, nyugatról északkelet felé, a különálló tómedencék egyesülésével a Holocén folyamán. A Szigligeti öbölben a tó kialakulása óta folyamatos üledékképződés folyt. Ezért a vizsgálathoz a Szigligeti-öböl jelenleg szárazon álló parti sávjából vettünk mintát.

Az üledék felhalmozódása a vizsgált területen a radiokarbon kormeghatározás alapján 14260 BP (16790-16390 cal. BP) évnél indult meg (4. ábra). Az üledéksor a késő-glaciális és kora-holocén rétegekben is hiánytalan és folyamatos. A fiatalabb holocén üledékek hiányoznak.

A vizsgált időszakban több magas és több alacsony vízborítást is sikerült azonosítani. Magasabb vízszint esetén a vegetációra a meder fenéken élő *Chara* gyepek, alacsonyabb vízszint mellett a Késő-Glaciálisban a barnamohás lápok, a Holocénben a nádas volt jellemző. A Késő-Glaciálisban a tó legalacsonyabb vízszintje 12300 BP (14000 cal. BP) évnél (Bølling interstadiális), a legmagasabb 10200 BP (12000 cal. BP) évnél (Dryas III. kronozóna) volt. A melegebb, csapadékosabb interstadiálisokban alacsonyabb volt a vízszint. Feltételezhetően a vízszint kialakulásában fontosabb szerepet játszottak az éves csapadék mennyiségénél, a párolgás mértéke, valamint a vízgyűjtő terület lefolyási viszonyai (talajfagy időtartama, növényzeti borítottság mértéke). A Holocénben a legalacsonyabb vízszint a Holocén kezdetén (9200 BP, 10300 cal. BP év) és az Atlantikus második felében (6100 BP, 7000 cal. BP) volt. A Holocénben a legmagasabb vízszinttel 4500 BP (5200 cal. BP) év után számolhatunk (Szubborális).

A Balaton Szigligeti-medencéjének vízszint ingadozásai a Késő-Glaciálisban és Kora-Holocénben a balkáni, a Középső-Holocénben az észak-európai tavakra jellemző vízszint változásokat követi, de ezektől eltérően a Holocénben többször is alacsony vízszint alakult ki, ami feltételezhetően összefüggésben van a kialakuló szubmediterrán klíma (Atlantikus) hatásával.

Vegetáció- és klímatörténeti szempontból nagy jelentőségű egyes tundralakó fajok fosszilis magjainak kimutatása (*Dryas octopetala, Betula nana, B. humilis, B. pubescens*) 15000-16000 cal. BP évek között. Ezen fajok magjai a Késő-Glaciálisból eddig nem kerültek elő a Kárpát-medencében.

7. Velem: Velemi fürdő

A Velemi fürdő égerlápja Velem és Kőszegszerdahely községek között helyezkedik el, a Cseke-patak egykori medrében és annak környékén. Az üledék radiokarbon korának meghatározása jelenleg folyamatban van, így a szelvény előzetes kronológiai besorolását a pollenanalízis tette lehetővé.

A pollenelemzés alapján a bronzkor végétől a késő vaskorig a medret viszonylag alacsonyabb vízszint és alacsony növényzeti borítás jellemezte. A késő vaskorban megnő a meder növényzeti borítottsága. Elsősorban a *Glyceria sp.*, *Carex vesicaria* és a *Typha sp.* terjed. A Római korban megnő a vízszint és a meder láposodásnak indul. Valószínűleg a Szerdahelyi-patak mentén vezető útnak a medren átvezető részét erősítették meg, felduzzasztva ezzel a meder vizét. A láposodást jelzi a különböző sás fajok (*Carex elata, Carex paniculata*) és mohafajok (*Drepanocladus aduncus, Calliergonella cuspidata*) terjedése. A sok allochton mohafajból fokozott erózióra következtethetünk. A népvándorlás korától a szelvény tetejéig a pernye növekvő mennyisége fokozódó tájhasználatra utal. A területen egyre jobban terjednek az erdei környezetre utaló fajok és a famaradványok mennyisége, ami az égeres fokozatos térhódítását jelzi.

---

8. Szenta: Baláta-tó

A Baláta-tó Belső-Somogyban, Szenta község határában, a Szentai-erdőben, Kaszó-puszta mellett található. A pollenanalízis, a radiokarbon kormeghatározás, valamint az üledéktani kép alapján 108 cm-nél egy mintegy 7000-8000 éves üledékhiány tapasztalható. A geológiai eredmények alapján a Pleisztocén végétől a Szubboreális kronozónáig üledék nem halmozódott fel a területen.

2200 BP (2250 cal. BP) évnél a tó vizének fokozatos eutrofizálódásával keskenylevelű gyékényes és vízi harmatkásás úszólápok alakultak ki, amiket a szél a meder déli oldalára sodort, ahol rögzültek. A tavat körülvevő mocsárzóna kialakulásával megjelentek a lápi közösségek először a terület északi, majd déli végén is. 1400 BP (640 AD, 1300 cal. BP) évnél a nádas és zsombéksásos társulások jelentősen előretörtek, a nyíltvíz pedig összezsugorodott. Kialakult a jelenleginek megfelelő vegetációs állapot. 700 és 900 BP (1000 - 1300 AD, 700 - 900 cal. BP) évek között a *Viking Klímaoptimum* alatt a vízszint lecsökkent és a terület északabbi részéről a zsombékosok dél felé húzódtak.

---

9. Mezőlak: Szélmező

A mezőlaki Szélmező a Marcal-medencében helyezkedik el. A táj jellegzetes felszíneit a kiemelkedő folyóhátak közötti, elhagyott, elláposodott, tőzeggel, réti agyaggal borított széles

folyóvölgyek, allúviumok alkotják. Ilyen folyómederben felhalmozódott tőzeget és fluviális üledéket sikerült feltárni a Bita-patak és Marcal-folyó közötti, Szélmező területén található elhagyott folyómederben is.

A területre a Pleisztocén végén folyóvízi majd oligotróf tavi állapot volt jellemző. Mintegy 12140 BP (14600 cal. BP) évtől a trofitás folyamatos növekedését tapasztaljuk. 11000 BP (12900 cal. BP) évtől (Dryas III.) a nádas elborítja a medret és beindul a tőzegképződés. A Késő-Glaciálisban a növényzeti borítás mértéke fokozatosan magasabb lett, a vízborítás mértéke csökkent, leszámítva a vízszint átmeneti megemelkedését 11760 BP (13800 cal. BP) évnél.

Körülbelül 8000 és 4000 cal. BP évek között, tehát hozzávetőlegesen az Atlantikus alatt és a Szubboreális kezdetén a mederben a vízszint lecsökkent, a nádas homogénné, fajszegénnyé vált, a nyílt vizet kedvelő hínarak és mocsári fajok eltűntek. A Szubboreális második felében a vízszint jelentősen megemelkedett, aminek a hátterében a klíma javulása, a csapadék mennyiségének növekedése állhat. A környező erdők kiirtása fokozott tápanyag- és talajbemosódással járt, ami miatt a meder feltöltődött és elláposodott.

10. A módszer értékelése és a vizsgálati területek összehasonlítása

A feldolgozott üledékgyűjtők késő-glaciális és holocén anyagot tartalmaztak, különböző hiátusokkal. A feldolgozott üledékek szedimentológiai szempontból változatosak. Makrofosszília analízist korábban elsősorban savanyú *Sphagnum*-tőzegeken végeztek. A dolgozatban feldolgozott minták között megtalálhatóak voltak a *Sphagnum*-tőzeg mellett eutróf és oligotróf tavi üledékek, tavi mészíszap és különböző bomlottságú és összetételű bázikus tőzegek is.

Ezen üledékek általában jellegzetes makrofosszília együttesekkel jellemezhetőek. Például a bázikus tőzegekben jellemző a *Phragmites*, a Monocot. Undiff., az UBF vagy az UOM nagy koncentrációja. *Sphagnum*-tőzegekben kevesebb a Monocot. Undiff. vagy az UOM. Karbonátos tavi üledékekben a *mollusca, ostracoda* héjak, valamint a *Chara* oogoniumok mennyisége lehet jelentősebb. Az üledéktípusból azonban nem következtethetünk közvetlenül a makrofosszília együttesekre.

A pernye („*macrocharcoal*") mennyiségéből a helyi tüzek (pl.: ciklikus tajgatüzek, antropogén erdőirtás) intenzitására következtethetünk. A pernyekoncentrációk változásai jó egyezést mutattak a pollenanalitikai vizsgálatok következtetéseivel. Fúrássorozatok esetén a szelvények korrelációja is elvégezhető a pernyecsúcsok segítségével. A pernyecsúcsok

térbeli eloszlása a császártöltési mintákban alátámasztotta a fosszilis faszenek (300 μm - 3 mm) döntően lokális eredetét (TOLONEN 1986).

A vizsgálatok során különböző mintavételi és statisztikai módszereket is teszteltünk. A császártöltési vizsgálatok során a területről több (összesen hat) fúráspontból származó mintát elemeztünk meg. Az elemzéssel nyilvánvalóvá vált, hogy a láp különböző pontjain különböző hidroszerieszekkel kell számolni, amik azonban egy térben és időben is összekapcsolódó eseménysort alkotnak. A nagy kiterjedésű lápokon tehát érdemes fúrások sorozatát végezni, míg a kis kiterjedésű lápokon egy fúráspont is megfelelően reprezentálja a területet.

A leggyakoribb és legfontosabb tőzegszövet alkotók eloszlását a mintákban többváltozós statisztikai módszerekkel értékeltük, hogy láthatóvá váljanak az egyes makrofosszília zónák ökológiai-hidrológiai jellegzetességei. Az elemzést főkomponens analízissel (PCA) végeztük. Az üledékminták és tőzegszövet alkotók kettős szórásdiagramjának elemzésével különböző gradienseket tudtunk kimutatni (trofitás, vízszint, növényzeti borítás). A főkomponensek értékei sztatigrafikusan is ábrázolhatóak (3. és 4. ábra).

A tapasztalt változások jól korrelálnak a negyedidőszaki klímaváltozásokkal. Habár a rendelkezésre álló hat terület makrofosszília vizsgálatának eredményeiből még nem lehetséges egy az egész Kárpát-medencére vonatkozó hidrológiai és klimatológiai modell megalkotása, néhány következtetés már ezekből az eredményekből is levonható.

A hegy- és domvidéki tájon lévő tavak és lápok sokkal érzékenyebben reagáltak a kisebb klíma ingadozásokra, mint az alföldi tájon elhelyezkedő lápok. Az alföldi tájon csak a jelentősebb klímaváltozásokhoz sikerült vegetációs vagy hidrológiai változásokat kapcsolni. Ennek oka az lehet, hogy a megvizsgált alföldi lápterület (Hajósi-kaszálók) soligén láp, vízszintje pedig elsősorban a talajvíz rezervoár feltöltöttségétől függ. A domb- és hegyvidéki tavak és lápok, amelyek vize elsősorban csapadék és felszíni víz eredetű, érzékenyebben reagáltak a kisebb klímaingadozásokra is. Itt a száraz vagy nedves periódusok rövidebbek, és több van belőlük. A kisebb klímaingadozások kimutatására a dolgozatban bemutatott módszerrel tehát elsősorban a csapadék- és felszíni vizekből táplálkozó hegy- és dombvidéki lápjaink és tavaink lehetnek alkalmasak.

Vizsgálataink szerint a késő-glaciális „száraz-hideg" stadiálisok nem feltétlenül jártak alacsonyabb vízszinttel és nagyobb vegetációs borítással a tavak és lápok esetében. A mintaterületek többségénél jól elkülöníthető a holocén klímaoptimum (10200-5700 cal. BP) alacsonyabb vízszintje és a Holocén második felének lehűlésével (5700 cal. BP után)

kapcsolatos magasabb vízszint. Kisebb hűvös csapadékos periódusokat azonban a holocén klímaoptimum idejéből is sikerült kimutatni (pl.: 8000 cal. BP évnél), és többször megjelent a mintában a *Viking Klímaoptimum* alacsony vízszintje is.

Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy ez a tavi és lápi üledékek makrofosszília vizsgálatán alapuló módszer alkalmas a vegetációs és hidrológiai változások kimutatására, és így a negyedidőszaki klímaváltozások kutatására. A Kárpát-medence lápjainak és tavainak történeti rekonstrukciója és a klímaváltozással való kapcsolatának értelmezése a mintaterületek számának növelésével és területi eloszlásuk egyenletesebbé tételével érhető el.

3. Az új tudományos eredmények összefoglalása

1. A tőzegszövet alkotók rendszerének kidolgozása a tőzegben és tavi üledékekben előforduló makroszkópikus szerves anyag leírására.
2. Módszer kidolgozása tőzegszövet alkotók mennyiségi meghatározására.
3. Határozó készítése a lágy növényi szövetek határozásához.
4. A módszer tesztelése 6 magyarországi mintaterületen, különböző üledékeken.
5. A hidroszeriesz és a negyedidőszaki klímaváltozás közötti összefüggések kimutatása. Klimatikus események (*Népvándorláskori Minimum, Római Klímaoptimum, Viking Klímaoptimum, Kis Jégkorszak, késő-glaciális stadiálisok* és *interstadiálisok* stb.) elkülönítése a kidolgozott makrofosszília vizsgálati módszer segítségével.

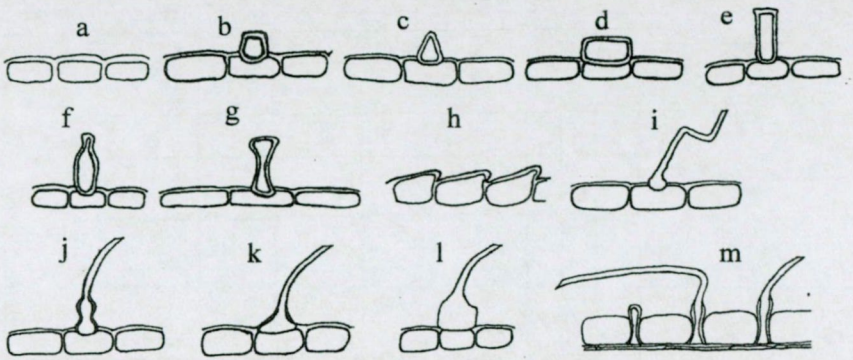
4. Hivatkozott irodalom

BARBER, K. E. - CHAMBERS, F. M. - MADDY, D. - BREW, J. (1994): A sensitive high resolution record of the Holocene climatic change from a raised bog in northern England.- *The Holocene*, 4: 198-205.

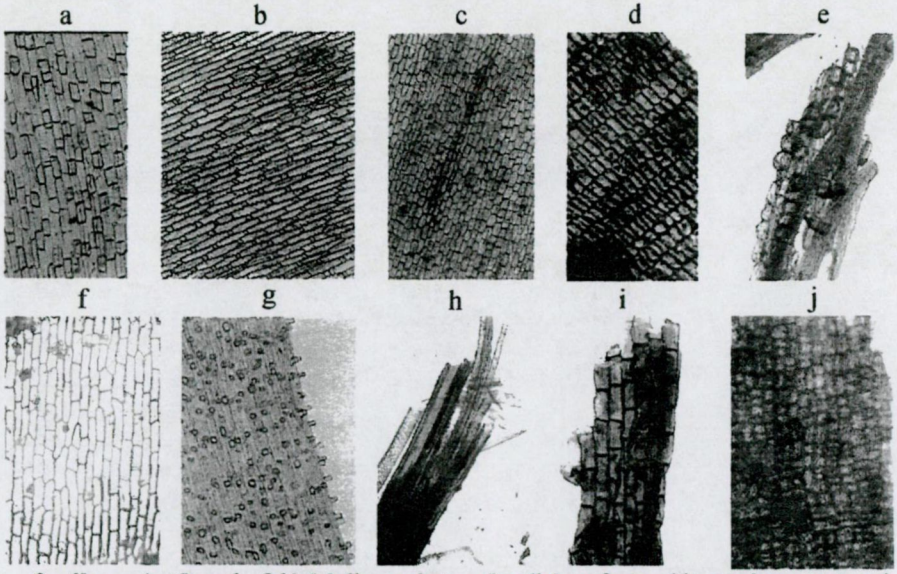
BIRKS, H. H. - BIRKS, H. J. B. (2000): Future uses of pollen analysis must include plant macrofossils. – *Journal of Biogeography* 27: 31-35.

PIDOPLICSKA, A. P. (1936): Opredelitel osztatkov travjanisztih rasztenij i zelenih mhov (Bryales) v torfe.- Izdatelisztvo Akademiji Nauk BSzSzR, Minszk, 41 pp.

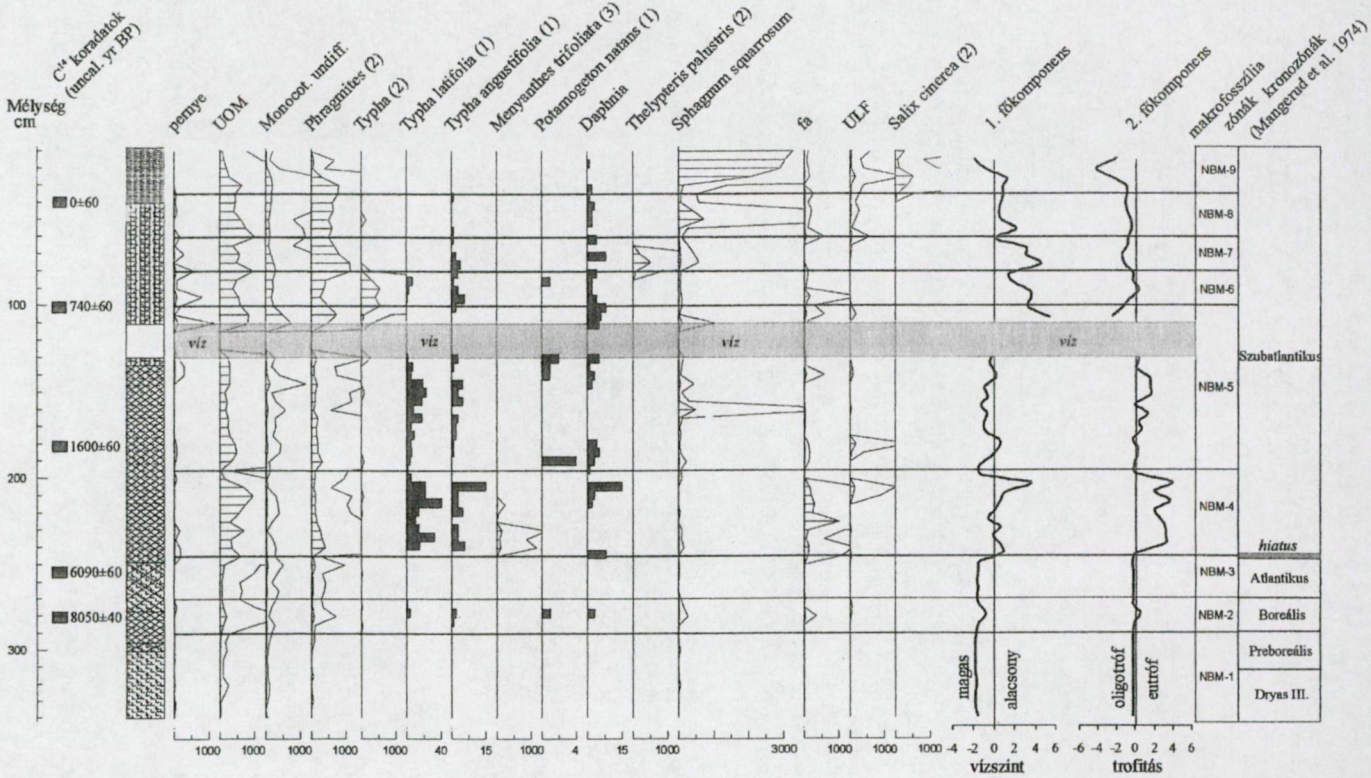
TOLONEN, K. (1986): Charred particle analysis. – In: BERGLUND, B.E. (ed.) Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology. John Wiley and Sons, New York, USA. pp: 485-494.



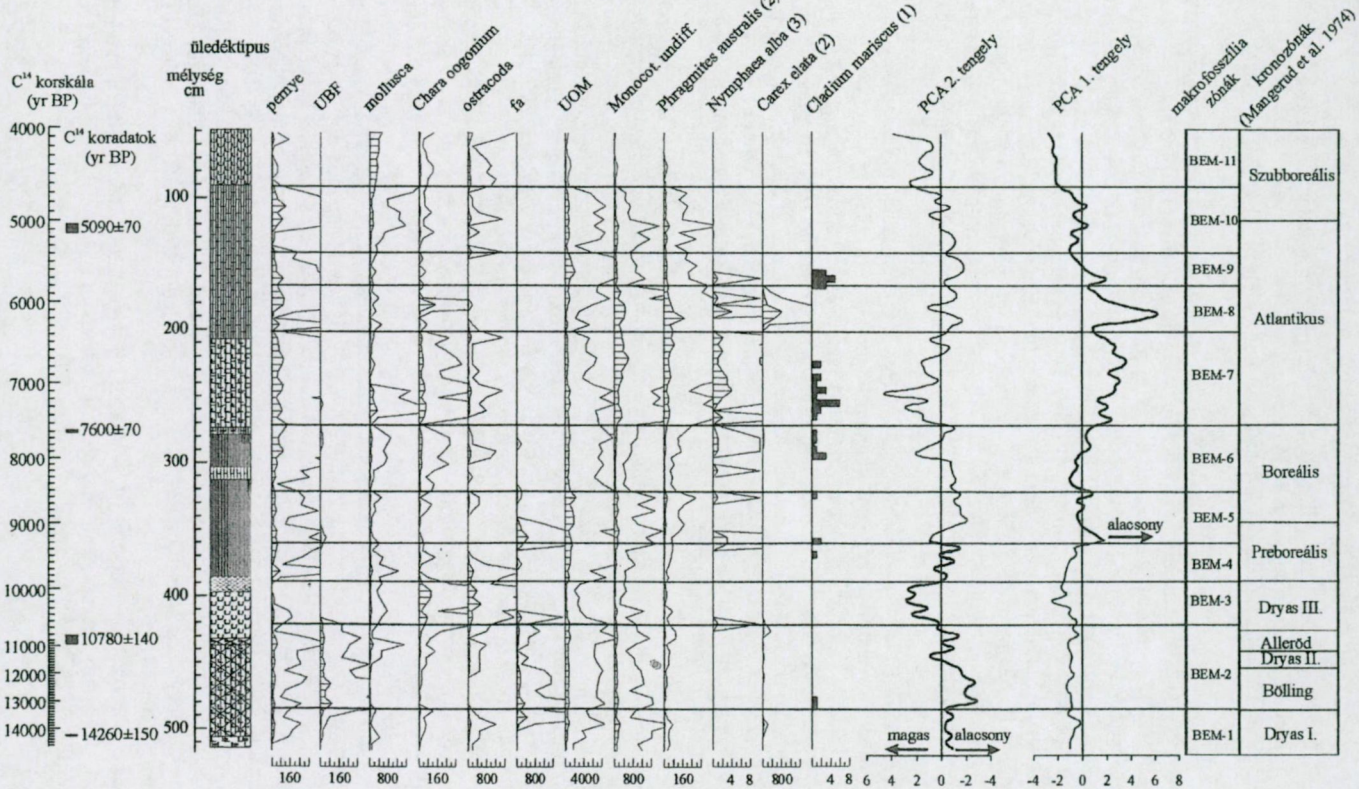
1. ábra. A kidudorodó sejtek és gyökérszőrök fontosabb típusai „oldalnézetben". a. sima gyökér kidudorodás nélkül (*Equisetum fluviatile*), b. négyzetes (*Carex acutiformis*), c. háromszög alakú (*Carex acuta*), d. megnyúlt négyzetes (*Carex riparia*), e. magas hengeres (*Scirpus lacustris*), f. palack alakú (*Scirpus lacustris*), g. szög alakú (*Carex elata*), h. tetőcserépszerű (*Tofieldia calyculata*), i. egyszerű, vékonyfalú gyökérszőr (*Carex curta*), j. „golyvás" gyökérszőr (*Juncus subnodulosus*), k. tölcsérszerűen kiszélesedő és vastagodott tövű gyökérszőr (*Schoenus nigricans*), l. négyzetes alapú gyökérszőr (*Juncus subnodulosus*), m. kétrétegű bőrszövet, vastagfalú gyökérszőr szög alakú sejten (*Carex magellanica*).



2. ábra. A tőzegek felépítésében résztvevő néhány fontosabb növényszövet. a-b. *Phragmites australis* a. gyökér, b. levélhüvely epidermisz, c. *Typha angustifolia* gyökér, d. *Scirpus lacustris* szár aljának epidermisze, e. *Salix cinerea* gyökér parenchimasejtjei, f. *Menyanthes trifoliata* levélhüvely epidermisz, g. *Carex elata* gyökér, h. *Thelypteris palustris* tracheidák, i. *Equisetum fluviatile* gyökér, j. *Betula spp.* gyökér kérge.



3. ábra. A nagybárkányi Nádas-tó összesített makrofosszília diagramja a főkomponens analízis értékeinek feltűntetésével, válogatott taxonok (1 = mag, db/3cm^3, 2 = gyökér, levél vagy levélhüvely epidermisz, db/cm^3)



4. ábra. A balatonedericsi fúrás makrofosszília diagramja (válogatott taxonok) a főkomponens analízis értékeinek feltüntetésével, 1: mag, 2: lágy szövetek, 3: maghéj epidermisz.

5. A témához kapcsolódó saját publikációk

JAKAB, G. - SÜMEGI, P. - MAGYARI, E. - RUDNER, E. (1998): A keleméri Nagy-Mohos tó fosszilis mohaflórája. – *Kitaibelia*, 3: 353-354.

JAKAB, G. (1999): Fosszilis mohák egy ópusztaszeri honfoglalás kori kútból. – *Crisicum* 2: 29-34.

JAKAB, G. – MAGYARI, E. (2000): Új távlatok a magyar lápkutatásban: szukcessziókutatás paleobryológiai és pollenanalitikai módszerekkel. – *Kitaibelia* 5(1): 17-36.

JAKAB G. – SÜMEGI P. – MAGYARI E. (2003): Egy új módszer üledékminták paleobotanikai elemzéséhez. – In: DOMBOS M.- LAKNER G. (eds.): 6. *Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és poszterek összefoglalói*, Gödöllő p. 121.

JAKAB, G. – SÜMEGI, P. – MAGYARI, E. (2004a): A new paleobotanical method for the description of Late Quaternary organic sediments (Mire-development pathways and palaeoclimatic records from S Hungary). - *Acta Geologica Hungarica* 47(4): 1-37.

JAKAB, G. – SÜMEGI, P. – MAGYARI, E. (2004b): A new quantitative method for the paleobotanical description of Late Quaternary organic sediments. – *Antaeus* 27: 181-211.

JAKAB, G. – SÜMEGI, P. (2004): A lágyszárú növények tőzegben található maradványainak határozója mikroszkópikus bélyegek alapján. - *Kitaibelia* 9(1): 93-129.

JAKAB, G. – SÜMEGI, P. (2005a): A nagybárkányi Nádas-tó kialakulása a makrofosszília vizsgálatok alapján (Cserhát, Észak-Magyarország) – *Kitaibelia* 10(1) (in press)

JAKAB, G. – SÜMEGI, P. (2005b): The development of Nádas Lake at Nagybárkány on the bases of macrofossil investigations (Cserhát Mts., N Hungary) – In: GÁL, E. – JUHÁSZ, I. E.– SÜMEGI, P. (eds.) Environmental History of North-East Hungary, *Varia Archeologica Hungarica*, Budapest 17 (in press)

JAKAB, G. – SÜMEGI, P. – SZÁNTÓ, ZS. (2005a): Késő-glaciális és holocén vízszintingadozások a Szigligeti-öbölben (Balaton) makrofosszília vizsgálatok eredményei alapján. – *Földtani Közlöny* (in press)

JAKAB, G. – SÜMEGI, P. – SZÁNTÓ, ZS. (2005b): Késő-glaciális és holocén vízszintingadozások a Szigligeti-öbölben (Balaton) makrofosszília vizsgálatok eredményei alapján. – *8. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés,Hátszeg – Őraljaboldogfalva (Románia), Előadások és poszterek összefoglalói* pp.: 12-13.

JUHÁSZ, I. – SÜMEGI, P. – JAKAB, G. – SZÁNTÓ, ZS. – MOLNÁR, M. (2003): Jégkorszaki reliktum *Sphagnum* láp Magyarországon. – In: DOMBOS M.- LAKNER G. (eds.) *6. Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és poszterek összefoglalói*, Gödöllő p: 126.

JUHÁSZ, I. E. – JAKAB, G. – SÜMEGI, P. (2004): Vegetation dynamics of a small peat bog from North Hungary. Palynological and macrobotanical data. - 11th International Palynological Congress, Córdoba, Spain, 2004. Polen, Vol. 14. pp. 508-509. Abstract.

MAGYARI, E. - JAKAB, G. - RUDNER, E. - SÜMEGI, P. (1999): Palynological and plant macrofossil data on the Late Pleistocene short-term climatic oscillations in North-Eastern Hungary, - Proceedings 5th EPPC, *Acta Paleobotanica* Suppl. 2.: 491-502.

MAGYARI, E. - JAKAB, G. - SÜMEGI, P. - RUDNER, E. - MOLNÁR, M. (2000): Paleobotanikai vizsgálatok a keleméri Mohos-tavakon. - In: SZURDOKI, E. (ed.) Tőzegmohás élőhelyek Magyarországon: kutatás, kezelés, védelem. CEEWEB Munkacsoport, Miskolc. pp.101-131.

MAGYARI, E. – SÜMEGI, P. – BRAUN, M. – JAKAB, G. – MOLNÁR, M. (2001): Retarded wetland succession: antropogenic and climatic signals in a Holocene peat bog profile from north-east Hungary, - *Journal of Ecology*, 89: 1019-1032.

MAGYARI, E. – BUCZKÓ, K. – JAKAB, G. – BRAUN, M. – HETÉNYI, M. – SZÁNTÓ, ZS. – MOLNÁR, M. – PÁL, Z. – KARÁTSON, D. (2005): Holocén vegetációfejlődés és klímaváltozás a Dél-Hargitában – A Szent-Anna tó paleoökológiai és paleolimnológiai kutatásának eredményei. – *8. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés,Hátszeg – Óraljaboldogfalva (Románia), Előadások és poszterek összefoglalói* pp.: 18-19.

RUDNER, Z. E. – SÜMEGI, P. – BAJZÁTH, J. – TORMA, A. – JAKAB, G. (2004): The results of wood anatomy, charcoal and fruit and seed analyses. – In: SÜMEGI, P. – GULYÁS, S. (eds.) The geohistory of Bátorliget marshland. pp. 173-183.

SÜMEGI, P. – ILON, G. – JUHÁSZ, I. E. – JAKAB, G. (2005): Mezőlak – Szélmező tőzegláp geoarcheológiai vizsgálatának eredményei. – In: JUHÁSZ, I. E. –ZATYKÓ, CS. – SÜMEGI, P. (eds.) Environmental History of Transdanubia, *Varia Archaeologica Hungarica* XVIII., Budapest (in press)

6. A témához nem kapcsolódó fontosabb publikációk

JAKAB, G. (1997): A Nyírség mohaflórája I. (florisztikai rész), - *Kitaibelia* 2(2): 148-159.

JAKAB, G. (1998): A Nyírség mohaflórája II. (biogeográfiai rész), - *Kitaibelia* 3(1): 137-149.

JAKAB, G.(1998): Contributions to the knowledge of the bryophyte flora of the SE Carpathians (Romania), - *Studia Botanica Hungarica*, 29: 49-57.

JAKAB, G.(1999-2000): Three bryophytes new to Romania, - *Studia Botanica Hungarica*, 30-31: 87-94.

JAKAB, G. (2003): Az erdélyi hérics (*Adonis x hybrida* [Wolff] Sz. T. A.) természetvédelmi kezelése és szaporításának eredményei Magyarországon. – *Kitaibelia*, 8(1): 81-88.

JAKAB, G. – TÓTH, T. (2003): Adatok a Dél-Tiszántúl flórájának ismeretéhez, - *Kitaibelia*, 8(1): 89-98.

JAKAB, G. (2005): A *Montia linearis* (Dougl.) Greene Magyarországon. – *Kitaibelia*, 10(1) (in press)