

CELLULÓZEBONTÁS MÉRTÉKE A BALATON KÜLÖNBÖZŐ BIOTÓPJAIBAN ÉS ANNAK MÉRÉSE ANTRON REAGENSSEL

FELFÖLDY LAJOS és F. KALKÓ ZSUZSA

Érkezett : 1958. február 17.

Valamely édesvíz cellulóze-bontó képessége, a gyakorlati szempontokon túlmenőleg, igen fontos elméleti probléma is. Valószínűleg nem járunk messze a valóságtól, ha a cellulózét, ezt a vízoldhatatlan, lassan leépülő, nagy tömegben termelődő és felhalmozódó szénhidrátot a természet egyik legfontosabb szerves szén-forrásának tartjuk. A természetes édesvizek és halastavak problematikus szénellátásában (MAUCHA 1949) bizonyára fontos szerepe van nemcsak a vízből kiemelkedő magasabbrendű vízi növényzet testében felépülő és ősszel a tóba jutó, hanem a planktonszervezetek egy része sejt-falában felhalmozódó cellulózenak is, amint azt CORBELLA (1956) a *Ceratium hirundinella* esetében feltételezi. A cellulózebontást nem lehet kézlegyintéssel elintézni, mint a további anyagforgalomra hatástalan metánképződést, mert a metán mikrobiológiai oxidációja mellett (ROSSOLIMO 1935, 558) rá kell mutatnunk arra, hogy még anaerób körülmények között is keletkezik széndioxid (BORUFF és BUSWELL 1930, ROSSOLIMO 1935), aerób körülmények között pedig (DUBOIS 1928) a cellulóze-bontó tevékenység mennyiségi meghatározására is alkalmas széndioxid 50–60%-a a környezetbe jut, 25–35%-a újabb sejtalkotórésszé épül, 5–10%-a pedig a talajban, iszapban marad (WAKSMAN 1926). A cellulóze-bontás tanulmányozásával tehát bepillant-hatunk a szén-ciklus lebontási folyamataiba is (PERFILIEV 1929).

A cellulóze-bontó mikroorganizmusok tevékenységének vizsgálata tehát az édesvízi mikrobiológia igen fontos feladata. Véleményünk szerint azonban céljaink érdekében nem szükséges feltétlenül a mikroorganizmusok izolálásával kapcsolatos szorosan vett mikrobiológiai munka, hanem megelégedhetünk a rendszerbe juttatott ismert mennyiségű cellulóze bontásának vizsgálatával. A modern talajtanban is mind szélesebb körben alkalmazzák, az egyes mikroorganizmus csoportokra vagy bizonyos anyagok körforgalmára nézve fontos tevékenység tanulmányozását a megfelelő enzimek mennyiségi meghatározásával. FERMI (1910) óta biokémikus-mikrobiológiai munkák egész sora foglalkozik ezzel a problémakörrel (HOFMANN és munkatársai 1950–53; SEEGERER 1953; magyar nyelvű összefoglalását lásd SZABÓ 1955 szemléjében).

Az ilyen természetű cellulóze-bontás (celluláze-aktivitás) mérés nem újdonság. Vagy a talaj, trágya, iszap stb. saját cellulóze-tartalmának változását kísérik figyelemmel (BARTHEL és BENGTSSON 1924, STEINER 1931), esetleg cellulóze hozzáadása után a keletkező széndioxidot mérik (WAKSMAN 1926),

vagy a vizsgálandó mintába vitt szűrőpapírcsik súlycsökkenését határozzák meg (RUBENTSCHIK 1928, BAIER 1936, KUZNIAR 1956 és sokan mások).

Az édesvízben a halászhálók cellulóze-rostjainak megóvása érdekében indult el a munka. BRANDT (1939) kezdeményezésére finom pamutfonál szakítási ellenállásának gyengülését használták fel a cellulóze-bontás mértékéül. A bontó-képesség környezettani feltételeit (KLUST és MANN 1954), a víz kémizmusának (KLUST és MANN 1955, 1955a) és különféle hálókonzerváló anyagoknak (KLUST 1940, BRANDT és KLUST 1950, MESECK 1928, MESECK és munkatársai 1934) hatását is megvizsgálták, de összefüggést kerestek a cellulóze-bontó képesség és a tótipusok (RUBENTSCHIK és GOJCHERMAN 1939), sőt az eutrofizálódás foka (KLUST és MANN 1954) között is. Meg kell emlékeznünk a szennyvíz-biológiával kapcsolatos, szintén gyakorlati irányú cellulóze-bontás vizsgálatokról is (HEUKELEKIAN 1927, BORUFF és BUSWELL 1930, KORSAKOWA 1939), bár részletes tárgyalásuk messze vezetne.

Számunkra módszertanilag különösen fontosak MÁRKUSNÉ (1954, 1955) kutatásai, aki a mozgó vízben teljesen szertefoszló, idegen szennyeződést könnyen felvevő, rostos szűrőpapír helyett celofánt alkalmaz, melynek maradékát, ha az a reátapadó idegen részecskék miatt gravimetrikusan nem mérhető, kémiai úton, antron reagenssel méri.

A módszer ismertetése

Exszikkátorban, CaCl_2 sicc. felett szárított kb. 10 mg súlyú, 0,1 mg pontossággal lemért celofán csíkokat nylon vagy perlon anyagból készült kb. 3×6 cm-es kis zacskókban 10 percig desztillált vízben főzünk, hogy a rájuktapadt mikroorganizmusokat elpusztítsuk. Sikerral használtunk erre a célra híg hipoklorit oldatokat is (Eau de Javelle, klórmész, „Hypo”). Ezután a mintákat vagy odakünn helyezük el a vizsgálandó termőhelyen, vagy a behozott mintába ágyazva 37° -os termosztátban inkubáljuk őket megfelelő hosszúra ideig. A Balaton vizében augusztusban egy hétig, termosztátban 4–5 napig. Az *in vitro* kísérleteknél szokásos pufferolást elhagytuk. Már HEUKELEKIAN (1927) rámutatott a CaCO_3 tartalmú közeg kedvező hatására, mert a kalciumkarbonát a cellulóze-bontáskor keletkező és azt gátló savakat megköti. A Balaton iszapja és fenéküledéke mindig dús kalciumkarbonát tartalmú.

Az expozíció után a celofán csíkokat a zacskóból kivéve, puha ecsettel, desztillált vízben alaposan megtisztogatjuk, ha azonban nagyon elrongyolódtak, nem erőltetjük a tisztogatást. Legcélszerűbb a tiszta csíkokat a szintén alaposan kimosott zacskókba visszatéve, szobahőmérsékleten megszáritani.

A száraz csíkokat 100 ml-es száraz mérőlombikba ejtjük és 10 ml kb. 60%-os kénsavban feloldjuk. Vigyázni kell, nehogy a lombik oldalára tapadjanak, mert akkor a teljes feloldás sok veszélyességgel jár. Mérsékeltén rázogassuk. Feloldódás után egy óra múlva jelig töltjük desztillált vízzel.

A hőmérséklet kiegyenlítődése után 10 ml-t mérünk belőle 50 ml-es mérőlombikba, kb. 6%-os kénsavval jelig töltjük és igen alaposan össze-rázzuk (= hígított celofán oldat). Ebből a hígított oldatból 2 ml-t 100 ml-es Erlenmeyer-lombikba pipettázunk, majd állandó rázogató és jéghűtés mellett makrobürettából 4 ml antron reagenst adunk hozzá cseppenként. A lombikokat nyakukra ólomkarikát (POPOFF 1944) akasztva, 5 percre heves forrásban levő vízfürdőbe helyezük. Ezután folyó vízzel 15 perc alatt lehűtjük

a lombikokat, és a keletkezett sárgászöld szín mélységét Pulfrich-fotométer S 61-es szűrőjével fotometráljuk 1 cm-es küvettében, desztillált vízzel szemben. Minden sorozattal standard görbét készítünk ismert celofán mennyiség bemérésével. Az eredeti előírástól eltérően nem kémcsőben, hanem nagyobb méretű Erlenmeyer-lombikban dolgozunk, mert ebben az elegy jól összekeverhető és általában jobban kezelhető, mint kémcsőben. A celluláze-aktivitás mértékét így a hatásnak kitett celofán minta százalékában tudjuk kifejezni (MÁRKUSNÉ 1955).

Az antron reagens készítése : 5 ml vízhez 100 ml konc. kénsavat adunk, majd kihűlés után 200 mg antront oldunk fel benne. A reagenseknek analitikai tisztaságúnak kell lenni. Használat előtt jégén tartjuk legalább négy óra hosszat. Az antron készítését lásd MÁRKUSNÉ 1954, 233.

Cellulóze-bontó képesség mérése a Balatonban

1956. augusztus 6-án a Biológiai Kutatóintézet melletti Kis-öböl különböző pontjain levett karókra és kis bójákkal megjelölt helyekre helyeztünk ki celofán mintákat perlon-hálóból készült zacskókban 3—3 párhuzammal. Egy hét múlva az 1. táblázat-ban látható anyagvesztésget kaptuk.

1. táblázat

A Balatonban egy hét alatt elbomlott cellulóze mennyiségek a kiindulási mennyiség százalékában 1956. augusztus 6—14. Víz hőfoka : 23—25 °C

Párhuzamok	1	2	3	6. Átlag
1. Vízben 0—5 cm mélyen	—	1,6	1,1	1,4
2. Vízben 40 cm mélyen	6,4	3,2	3,0	4,2
3. Vízfenék, 75 cm víz alatt	8,4	8,0	9,1	8,5
4. Iszapban 2 cm mélyen	7,2	6,9	7,2	7,1
5. Nádtörmelék turzásban	38,0	35,6	37,6	37,0

1956. szeptember 8-án a Kis-öböl partján levő, már trágyaszerűen felaprózódott nádtörmelék turzásból vett minták 100—150 grammnyi mennyiségét 12 cm átmérőjű Petri-csészékben a perlon-hálóból készült zacskókba rejtett celofán csíkokra rétegeztük. A 37°-os termosztátban inkubált mintákból minden második napon 8—8 csíkot tisztogattunk le és szárítottunk meg. A hatodik napon a minták már annyira elrongyolódtak, hogy csak négyet tudtunk a tasakból kivenni (2. táblázat).

2. táblázat

Cellulóze-bontás % értékei *in vitro* kísérletben 37°-on hat nap alatt (nádtörmelék turzás anyaga)

Párhuzamok	1	2	3	4	5	6	7	8	Átlag
2 nap múlva	5	0	3	0	12	2	5	1	3,5%
4 nap múlva	36	47	29	41	34	36	30	46	37,4%
6 nap múlva	78	74	56	65	—	—	—	—	68,2%

1956. szeptember 19-én az alábbi mintákkal állítottunk be kísérleteket az előbbi módon: A Kis-öböl partján levő nádtörmelék turzás felső, de állandóan nedves része, ugyanennek a turzásnak alsó, víz alatti, kissé homokosabb része, főveny a Kis-öböl közepéről és nyíltvízből merített Balatonvíz. Öt napi inkubáció után, 37°-os termosztátban az alábbi bontási fokozatokat találtuk (5—5 párhuzam átlaga):

	Elbontott cellulóze %
Nádtörmelék turzás felső része	53,0
Nádtörmelék turzás víz alatti része	21,0
Főveny a Kis-öböl közepéről	20,3
Nyíltvízi Balatonvíz a felszínről	0,7

A parton felhalmozott nádtörmelékben folyik természetesen a legintenzívebb cellulóze-bontó tevékenység. A felső rész szárazanyaga 15,8% szerves kötésű szenet tartalmaz, izzítási vesztesége pedig 51%. A vízben levő alsó része ugyanennek a szerves törmelék tömegnek már homokosabb: izzítási vesztesége csak 39%, szerves C tartalma 10,7% a szárazanyagra vonatkoztatva. Igen feltűnő, hogy a Kis-öbölből származó homokos főveny (izzítási vesztes.: 5,5%, szerves C: 0,5%!) cellulóze-bontó képessége alig marad el a korhadó szervesanyagban dús víz alatti nádtörmeléké mögött. A balatonvíz *in vitro* alig mutatott bontóképességet.

Külön kell megemlékeznünk a tófenéken folyó cellulóze-bontásról, melyre nézve igen változó és összeegyeztethetetlen* adatokat kaptunk. 1956. augusztus 6—14 közt a 75 cm-es víz fenekén 8,5% jó párhuzamokkal (1. táblázat). 1956. szept. 19—24 közt az 5 m mély vízből vett iszapmintában *in vitro* 64,6% (öt jó párhuzam átlaga). 1957. február 18-án 3 m mélyről vett mintában *in vitro* 32%, ugyanekkor a természetben 7% egy hét alatt (3—3 jó párhuzam). A sekély vízben mért, elég arányos adattól eltekintve, különösen a szeptemberi adat igen magas, ami arra utal, hogy a Balaton fenekén élénk bontótevékenység folyhat. Ha ehhez még hozzávesszük a Balaton sekélységét és állandó oxigéntelítettségét, valószínűnek tarthatjuk, hogy részben a magasabb rendű növények szerves törmeléke, részben a planktonalgák elhalt maradványai állandó és tetemes széndioxid-forrást jelentenek a tó autotrófiás mikroorganizmusai számára.

Összefoglalás

MÁRKUSNÉ celluláze-aktivitás mérő módszerét ismertettük hidrobiológiai célra alkalmazva. Ennek lényege az, hogy ismert súlyú celofán-csíkot helyez ki a cellulóze bontás hatásának, majd a visszamaradt celofánt antron reagenssel méri. Így a cellulóze-bontást a kiindulási mennyiség százalékában tudjuk megadni.

Ismertettük eddigi, tájékozódó jellegű méréseink eredményét a Balatonban. A tóba kihelyezett minták segítségével egy hét alatt jól értékelhető

* ENTZ BÉLA vizsgálatai szerint igen kis távolságokon belül nagy különbség adódhat a fenéküledék iszap- illetve homoktartalmában (szóbeli közlés). Ez a celluláze-aktivitást lényegesen befolyásolhatja. ENTZ BÉLA közléséért és a kéziratához fűzött kritikai megjegyzéseikért hálás köszönetemet kell kifejeznem.

bontótevékenységet mérhettünk. A cellulóze-bontás a partszegélyen felhalmozott nádtörmelék turzásban volt maximális és csökken a vízmélységgel párhuzamosan.

In vitro kísérleteink szerint, 37°-os termosztátban 5 nap alatt kaptunk jó eredményeket és a különböző helyekről származó mintákban folyó cellulóze-bontás közti különbség ily módon is jól megfogható. A nyíltvízi fenéki szap még további vizsgálatot igényel, az azonban valószínűnek látszik, hogy különösen ősszel a cellulóze-bontás igen intenzív.

IRODALOM

- BAIER, C. R. (1936): Studien zur Hydrobakteriologie stehender Gewässer. — *Arch. f. Hydrobiol.* **29**, 183—264.
- BARTHEL, C. and N. BENGSSON (1924): Action of stable manure in the decomposition of cellulose in tilled soil. — *Soil. Sci.* **18**, 185—200.
- BORUFF, C. S. and A. M. BUSWELL (1930): Fermentation products from corn stalks. — *Ind. Chem.* **22**, 931—933.
- BRANDT, A. (1939): Der Zelluloseabbau in Binnengewässern. — *Geol. d. Meere u. Binnengew.* **3**, 70—87.
- BRANDT, A. (1944): Über den Zelluloseabbau in Seen. — *Arch. f. Hydrobiol.* **40**, 778—821.
- BRANDT, A. und G. KLUST (1950): Zelluloseabbau im Wasser. — *Arch. f. Hydrobiol.* **43**, 223—233.
- CORBELLA, C., N. DELLA CROCE e O. RAVERA (1956): Plancton, bentos e chimismo delle acque e dei sedimenti in un lago profondo (Lago Maggiore). — *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* **9**, 125—262.
- DUBOIS, R. J. (1928): The decomposition of cellulose by aerobic bacteria. — *J. Bacter.* **15**, 223—234.
- FERMI, C. (1910): Sur la présence des enzymes dans le sol, dans les eaux et dans les poussières. — *Obl. Bakt.* **II**, **26**, 330.
- HEUKELEKIAN, H. (1927): Decomposition of cellulose in fresh sewage solids. — *Ind. Chem.* **19**, 928—930.
- HOFMANN, E. und G. HOFFMANN (1953): Über das Enzymsystem unserer Kulturböden. IV. Die β -Glucosidase. — *Biochem. Z.* **324**, 397—400.
- HOFMANN, E. und J. NIGGEMANN (1953): Über das Enzymsystem unserer Kulturböden. III. Proteinase. — *Biochem. Z.* **324**, 308—310.
- HOFMANN, E. und W. SCHMIDT (1953): Über das Enzymsystem unserer Kulturböden. II. Urease. — *Biochem. Z.* **324**, 125—127.
- HOFMANN, E. und A. SEEGERER (1950): Der Fermentgehalt des Bodens als Maßstab seiner biologischen Aktivität. — *Biochem. Z.* **321**, 97.
- HOFMANN, E. und A. SEEGERER (1951): Über das Enzymsystem unserer Kulturböden. I. Saccharase. — *Biochem. Z.* **322**, 174—179.
- KLUST, G. (1940): Mikroskopische Untersuchungen an faulenden Baumwollgarnen. — *Z. Fischerei* **38**, 206—210.
- KLUST, G. und H. MANN (1954): Experimentelle Untersuchungen über den Zelluloseabbau im Wasser. — *Vom Wasser* **21**, 100—109.
- KLUST, G. und H. MANN (1955): Untersuchungen über den Einfluss chemischer Faktoren auf den Zelluloseabbau im Wasser. — *Arch. f. Fischereiwiss.* **6**, 249—275.
- KLUST, G. und H. MANN (1955a): Über die chemischen Grundlagen des Zelluloseabbaues. — *Arch. f. Hydrobiol. Suppl.* **22**, 354—362.
- KORSAKOWA, M. P. (1939): Bodensedimente als Ursprung der sekundären Verunreinigung der Flüsse. — *Mikrobiologija* **3**, 1136—1149. (*Bot. Zbl.* **34**, 272. 1941.)
- KUZNIAR, K. (1956): The energy of decomposition of cellulose in forest soils. — *Ekol. Polska Ser. A.* **4**, 21—34. (lengy. angol összefogl.)
- MAUCHA, R. (1949): Einige Gedanken zur Frage des Nährstoffhaushalts des Gewässer. — *Hydrobiologia* **1**, 225—237.
- MAUCHA R. (1953): A vizek produktív-biológiája és a halászat. — *MTA Biol. Oszt. Közl.* **2**, 393—432.
- MÁRKUS L.-NÉ (1954): Szénhidrátok meghatározása növényi anyagokban antron reagenssel I. — *Agrokémia és Talajtan* **3**, 227—234.

- MÁRKUS L.-NÉ (1955): Szénhidrátok meghatározása növényi anyagokban antron reagenssel II. Cellulázaktivitás mérése talajban és trágyában. — *Agrokémia és Talajtan* **4**, 207—216.
- MESECK, G. (1928): Untersuchungen über den Netzfrass niederer Wassertiere und über Netzimpregnierungen im Binnenwasser. — *Z. Fischerei* **26**, 237—310.
- MESECK, G., H. MERTENS, A. SCHÖN und H. RUMPHORST (1934): Untersuchungen über den bakteriellen Abbau verschiedenen konservierter Netzzellulose in Küstengewässern. — *Z. Fischerei* **32**, 399—458.
- NIKOLAËWA, C. J. und A. F. SOLIMAN (1923): Zur Frage über die Mikroflora und ihre biochem. Prozesse im Schlamm des Grundes des Glubkoje-Sees. — *Arb. Hydrobiol. Glubkoje Sta.* **5**, (cit. ap. BRANDT 1944.)
- PERFILJEV, B. W. (1929): Die Mikrobiologie der Süßwasserablagerungen. — *Verh. Internat. Ver. Limnol.* **4**, 107—143.
- POPOFF, I. D. (1944): Chemische Beurteilung von Rohfaser und N-freien Extraktstoffen in Pflanzensubstanzen. — *Bodenkde u. Pflanzenernhrng.* **33**, 257—274.
- ROSSOLIMO, L. (1935): Die Boden-Gasausscheidung und das Sauerstoffregime der Seen. — *Verh. Int. Ver. Limnol.* **7**, 539—561.
- RUBENTSCHIK, L. (1928): Zur Frage der aeroben Zellulosezerersetzung bei hohen Salzkonzentration. — *Obl. Bakt.* II. **76**, 305—314. (*Bot. Zbl.* **16**, 426. 1930.)
- RUBENTSCHIK, L. I. und D. G. GOJCHERMAN (1939): Zur Mikrobiologie der bioanisotropen Salzwässer: Untersuchungen der Seen Slawjanskije. — *Mikrobiologija* **3**, 533—548. (*Bot. Zbl.* **34**, 213. 1941.)
- SEEGERER, A. (1953): Der Saccharasegehalt des Bodens als Maßstab seiner biologischen Aktivität. — *Z. Pflernrg, Düng. Bodenkde* **61**, 251—260.
- STEINER, M. (1931): Beiträge zur Kenntnis des Zellulose und Chitinabbaues durch Mikroorganismen in stehenden Binnengewässern. — *75 Jahre Stella Matutina, Feldkirch 1931. Festschr.* **2**, 367—402. (*Bot. Zbl.* **21**, 85. 1932.)
- SZABÓ I. (1955): A talajenzimológia eredményeinek kritikai összefoglalása. Szemle. — *Agrokémia és Talajtan* **4**, 183—191.
- WAKSMAN, S. A. (1926): Die Zellulose und ihre Zersetzung durch Mikroorganismen im Boden. — *Internat. agrik.-wiss. Rundsch. N. F.* **2**, 811—823.
- WAKSMAN, S. A. and C. E. RENN (1936): Decomposition of organic matter in sea water by bacteria. III. Factors influencing the rate of decomposition. — *Biol. Bull.* **70**, 472—483.

DECOMPOSITION OF CELLULOSE
IN DIFFERENT HABITATS OF LAKE BALATON AND ITS MEASUREMENT
BY ANTHRONE REAGENT

Lajos J. M. Felföldy and F. Zsuzsa Kalkó

Summary

The cellophane and anthrone reagent method worked out by Mrs. Márkus (1954, 1955) for the establishment of cellulase activity of soils and manure was applied to limnological purposes as follows:

Cellophane strips of about 10 mg weight (weighed with an accuracy of 0,1 mg) placed into little bags made of nylon or perlon netting were exposed in natural habitats (biotopes). In the case of in vitro experiments, the strips in the bags were put into Petri dishes filled with the collected material and then placed into a thermostat at 37° C. Before the exposition the strips and bags were boiled for ten minutes in distilled water at boiling point to kill any microorganisms that might be present.

At the end of the incubation period (about a week in free lake or five days in thermostat) the cellophane strips were washed in distilled water and after drying at room temperature they were dropped into a dry volumetric flask of 100 ml, and dissolved in 10 ml c. 60% H₂SO₄. After complete dilution the solution was let to stand for one hour, and then filled to the mark. If necessary, 10 ml of this solution can be diluted further in a 50 ml volumetric flask. Shake vigorously.

4 ml anthrone reagent was added in drops from a macroburette to 2 ml of the diluted cellophane solution under ice cooling. Then the mixture is placed into a boiling

water bath for five minutes, and subsequently cooled to room temperature with running tap water for 15 minutes.

The yellowish-green color was measured by S 61 filter of Pulfrich step photometer, in a 1 cm cuvette, against distilled water. Standard curve has to be drawn up for each experimental series with known quantities of cellophane. The anthrone reagent is prepared as follows: mix 5 ml distilled water with 100 ml conc. H_2SO_4 and when cool let 200 mg anthrone dissolve in it. This reagent has to be placed into a frigidaire for 4 hours before use.

Cellulase activity measurements were made in different places of Kis-öböl bay in Lake Balaton. The results obtained from free lake (6–14. VIII. 1956; water temp. 23–25° C) are shown in *Table 1*. Three parallels: 1, 2, 3 and the average (6) are tabulated. The places of exposition were: 1. 0–5 cm under water; 2. 40 cm under water; 3. on the bottom surface of 75 cm deep water; 4. 2 cm beneath the silt surface; 5. in the heap of broken reed fragments piled up by the waves.

Table 2 shows the data of an *in vitro* experiment. The experimental material was collected from the heap of reed detritus mentioned above. The incubation took place in Petri dishes for 6 days in 8 parallels: 1–8. Cellulose decomposition rate was measured in the intervals of two, four and six days (Átlag = average).

The cellulase activities of the following samples were measured with a similar *in vitro* experiment, incubated for 5 days:

	Decomposed cellulose in %
Detritus consisting of broken reed fragments on the shore	53,0
The same, under water	21,0
Sandy silt from the middle of Kis-öböl bay	20,3
Lake water	0,7

The results obtained from these preliminary experiments show that this anthrone reagent method can be successfully employed for the measurement of the cellulose decomposing power of various biotopes of Lake Balaton, not only *in vitro* but in samples exposed in the free lake too.