

HORIZONTÁLIS KÉMIAI VÍZVIZSGÁLATOK 1950 és 1952 NYARÁN A BALATON KÜLÖNBÖZŐ BIOTÓPJAIBAN ÉS NÉHÁNY BEÖMLŐ PATAK TORKOLATÁNÁL

ENTZ BÉLA

(Érkezett : 1952 december 3-án)

A Balatonban már több alkalommal végeztek horizontális vízelemzéseket. Így ILOSVAY 1891 szeptemberében a Siófok—Kenesese közötti területről, a Tihanyi-Kút felszínéről, valamint ugyanonnan 7—10 m mélységből, továbbá a Zalatorok környékéről merített vízminták analizését közölte. (ILOSVAY 1898, 17). 1928-ban MÜLLER végzett számos analízist Kenesétől Keszthelyig különböző időpontokban (MÜLLER 1929, 149). 1929 júniusától 1930 februárjáig SZABÓ végzett vegyelemzéseket a Balaton több pontján, valamint a Zalában (SZABÓ 1930, 488—491, 494). Végül CSEGEZY közölt több balatonvíz-elemzést (CSEGEZY 1938, 426). Bár ezek az analizissorozatok, valamint egyes elszórt elemzések képet adnak a balatonvíz »általános« kémiai összetételéről, csupán csekélyszámú adat áll rendelkezésre a víz összetételére a Balaton különböző *élőhelyein* (pl. a felszínen és a fenék közelében a nyílt vízben, öblökben, a Zala-folyó, valamint más vizek torkolata körül, nádasok előtt, nádasok belsejében, nagykiterjedésű hínárosokban stb., stb.). További nyílt kérdés, hogy *évszakosan* és *napszakosan* miként alakul a balatonvíz összetétele a különböző élőhelyeken.

E kérdések tanulmányozására 1950 nyara óta a Balaton különböző biotópjaiban analíziseket végeztem. Ezek közül jelenleg az 1950 és 1952 nyarán végrehajtott vizsgálatokkal óhajtok foglalkozni.

További feladat, hogy a kémiai viszonyok, valamint egyes fizikai tulajdonságok ismeretében megvizsgáljuk az összefüggéseket az egyes biotópok környezeti viszonyai, valamint jellegzetes élőviláguk és azok minőségi és mennyiségi változásai között.

A mintavételek helye és ideje

1950 augusztus 9-én d. e. 9—11 óra között a következő 17 helyen vettünk vízmintákat : **1.** Tihany, Szarkádi part előtt, a nádas belső (nyíltvízfelölí) szélétől befelé (a nyílt víz felé) kb. 10 m-re, 150 cm mély vízben ; **2.** Tihany, a Csúcshegy lábánál lévő köves part előtt, nádasmentes helyen, a parttól kb. 50 m-re, 100 cm mély vízben ; **3.** Bozsai-öböl közepe, Tihany-Apáti előtt, a parttól kb. 700 m-re. Vízmélység 150 cm ; **4.** Bozsai-öböl vége, gyékényes belső szélénél, vízmélység 40 cm ; **5.** Örvényes, Pécsely-patak torkolatától északra kb. 50 m-re, a nádas előtt 10 m-re. Vízmélység 150 cm ; **6.**

Örvényes, a Pécsely-patak torkolatánál a sédút* végében. Vízmélység 120 cm ; **7.** Örvényes u. o. fenék ; **8.** Örvényes, nádas belsejében, a parttól kb. 20 m-re, a sédúttól kb. 15 m-re. Vízmélység 50 cm ; **9.** Örvényes. A Pécsely-patak vize a torkolat felett 5 m-re; **10.** Nyíltvíz Örvényes—Balatonföldvár között, a Csúcshegy vonalában. Vízmélység 250 cm ; **11.** Nyíltvíz Örvényes—Balatonföldvár között, a Szarkádi part vonalában. Vízmélység 250 cm ; **12.** U. o. fenék ; **13.** Szántódi-Rév. A kikötő északi oldala. Vízmélység 15 cm ; **14.** Tihanyi-Kút. Vízmélység 7 m ; **15.** U. o. fenék ; **16.** Tihany, Biológiai Kutatóintézet előtt, a parttól kb. 200 m-re. Vízmélység 250 cm ; **17.** Tihany, u. o. fenék (*I. ábra*).

Az 1952-es analizisekhez a vízmintákat július 22—24.-e között vettük. a nappali órákban. Ez alkalmakkal a következő helyeken vettünk vízmintákat : **1.** Vörösbény, a parttól kb. 800 m-re, vízmélység 220 cm ; **2.** Balatonfűzfő. A Fűzfői-öböl vége, vízkivezető előtt, a parttól 10 m-re. Vízmélység 100 cm ; **3.** Balatonfűzfő u. o. fenék ; **4.** Balatonfűzfő, gyári kis strand. Part előtt kb. 600 m. Vízmélység 200 cm ; **5.** Káptalanfüredi-öböl. Parttól kb. 800 m-re. Vízmélység 200 cm ; **6.** Káptalanfüredi-öböl. U. o. fenék ; **7.** Paloznaki-öböl. A Lovasi-séd torkolata előtt. A nádas előtt kb. 100 m. Vízmélység 200 cm ; **8.** Paloznaki-öböl, a Lovasi-séd torkolata előtt kb. 25 m-re, nádasok közötti tisztás részben. Vízmélység 50 cm ; **9.** Paloznak. A Lovasi-séd vize a torkolat felett 5 m-re ; **10.** Kerekedi-öböl. Nádas előtt kb. 20 m. Sűrű hínáros. A területen itt is ott is gázbuborékok törnek fel. (Szabad CO₂.) Vízmélység 150 cm ; **11.** Kerekedi-öböl. U. o. fenék ; **12.** Balatonfüred, Nagybudapesti Horgászgyeget tanyája. Nádas mögött, partról merítve. Mocsaras jellegű hely. Vízmélység 20 cm ; **13.** Balatonfüred. U. o. nádas belsejében gyermekfürdő. Sűrű hínáros. Vízmélység 150 cm ; **14.** Balatonfüred u. o., fenék felett. **15.** Balatonfüred, Nagybudapesti Horgászgyeget tanyája. Nádas belső széle. Vízmélység 200 cm ; **16.** Balatonfüred, Nagybudapesti Horgászgyeget tanyája. Nádas előtti hínáros. Fenék ; **17.** Aszófői-öböl vége, az Aszófői-séd torkolata előtt. Megemlítendő, hogy a száraz időjárás következtében a patak vize teljesen kiapadt. Vízmélység 100 cm ; **18.** Aszófői-öböl vége. A műút partfelőli oldalán lévő nádas-mocsaras rész, partról merítve. A gyűjtőhely ma már nem tekinthető igazi balatoni biotópnak, miután a műút töltése a huszas évek óta elzárja a Balaton vizétől, mellyel csupán a Vekeny-patak beömlési helyén át áll összeköttetésben. Érdekes, hogy ennek ellenére kémiaiilag igen közel áll más, a Balaton nyíltvizével közvetlenül érintkező nádasok partfelőli mocsaras jellegű szélvizéhez. Vízmélység 20 cm ; **19.** Tihany, Gödrösi-nádas belső oldala előtt kb. 10 m. Vízmélység 250 cm ; **20.** Tihanyi-Kút fenékről (10,5 m mélyről) merített vízminta ; **21.** Tihanyi-Kút, 400 cm mélységről merített vízminta ; **22.** Tihanyi-Kút, vízmélység 1050 cm ; **23.** Szántódi-Rév. A kikötőtől kb. 500 m-re keletre. Parttól 2 m. Vízmélység 30 cm ; **24.** Tihany, Halásztelep. Halázkikötő belseje. Vízmélység 50 cm ; **25.** Nyíltvíz Balatonszepezd—Balatonlelle vonalában. Északi part távolsága kb. 1,5 km. Vízmélység 250 cm ; **26.** Nyíltvíz Badaacsony és Szigliget között a Balaton középvonalában. Vízmélység 350 cm ; **27.** Nyíltvíz Szigliget és Balatongyörök között a Balaton középvonalában. Vízmélység

* Sédútnak nevezi a környékbeli lakosság a patak (séd) torkolatának azt a részét, ahol a patak vize a tó területén láthatólag is elkülönül a Balaton vizétől, pl. a nádas belsejében már tulajdonképpen a Balaton vizében áramlik.

350 cm; **28.** Nyíltvíz u. o.; **29.** Nyíltvíz Vonyarc előtt, az északi parttól kb. 3 km-re. Vízmélység 250 cm; **30.** Nyíltvíz u. o.; **31.** Balatonberény és Balatonszentgyörgy között Gyenesdiás vonalában, a somogyi parttól kb. 700 m-re, a Zala torkolatától kb. 1,5 km-re. Vízmélység 250 cm; **32.** Zalatorok.* A Zala torkolata előtt kb. 500 m. A víz színe kávébarna, a vízmélység 120 cm; **33.** Zalatorok. Előbbi hely közelében; **34.** Zalatorok. A Zala torkolata előtt kb. 800 m. A víz színe barnás, a vízmélység 160 cm; **35.** Zalatorok. A Zala torkolatától kb. 1 km-re. Vízmélység 200 cm; **36.** Nyíltvíz a Keszthelyi-öböl közepetáján. Vízmélység 200 cm; **37.** Gyenesdiás. Diási templom vonalában, a parttól kb. 500 m-re, a nádas előtt kb. 400 m-re. Vízmélység 200 cm; **38.** Gyenesdiás. Strand előtt, a parttól kb. 30 m-re. Nádasoktól körülzárt terület. Vízmélység 100 cm; **39.** Gyenesdiás. Strand. Parttól merítve. Vízmélység 10 cm; **40.** Szentmihálydomb. Kákások között. Parttól kb. 200 m. Vízmélység 150 cm; **41.** Szentmihálydomb. Kákás belseje. Parttól kb. 300 m-re. Vízmélység 150 cm. **42.** Balatonederics. Edericsi-öböl vége. Nádas előtt kb. 20 m-re. Vízmélység 120 cm; **43.** Szigliget. Tapolca-patak torkolata előtt kb. 100 m. Nádasok között, sédút végén. Vízmélység 100 cm.; **44.** Szigliget. Tapolca-patak vize, torkolat felett kb. 5 m-re; **45.** Badacsonyládbi. Öböl vége. Sűrű hínáros. Nádas előtt kb. 50 m. Vízmélység 70 cm; **46.** Badacsonytomaj. Strandfürdő és kőúzda előtti parttól kb. 300 m-re. Nádasmentes terület. Vízmélység 200 cm; **47.** Ábrahámhegy. Strand. Nádasok közötti hínáros terület. Vízmélység 80 cm; **48.** Holtág-szerű víz a Burnóti-patak torkolatában, Ábrahámhegyen, mely patak a gyűjtés idején csupán a Balaton felől nyert utánpótlást, miután a patak többi része kiszáradt; **49.** Nyíltvíz Akali—Balatonszemes vonalában az északi parttól kb. 3 km-re. Vízmélység 300 cm. (1. ábra.)

Mindazokat a vízmintákat, melyeknél a merítés szintje külön feltüntetve (pl. fenék, 4 m mélység stb.) nincsen, a felszínről merítettük, a

* Zalatoroknak nevezi a környékbeli lakosság a Zala-folyó torkolata előtti néhány km²-es Balaton-részt.



1. ábra. Vízmintagyűjtőhelyek 1950 (aláhúzott számok) és 1952 nyarán. (V. ö. 29—31. o.)

víz tükre alatt kb. 10–15 cm-re. A vízmintákat üveg dugós üvegekben szállítottuk a laboratóriumba. Az elemzések közül az oldott oxigént, a pH-t, az NH_4^+ -et, a lúgosságot és a szabad CO_2 -tartalmat a gyújtás napján, a többit pedig a gyújtást követő 2–3 napon belül végeztük el a MAUCHA-féle félmikro módszerekkel (MAUCHA 1929, 1945). A meghatározások eredményét tartalmazza az I. táblázat.

A Balaton nyíltvizének kémiai összetétele — amint az irodalomból is ismeretes — meglehetősen egyenletes (MÜLLER 1929; SZABÓ 1930). Elég tekintélyes mértékben különbözik azonban a nyíltvíz összetételétől a parti biotópok vize (nádasok, nádasok mögötti mocsaras jellegű területek, sekély homokstrandok stb.). Úgyszintén más a befolyó vizek [Zala (v. ö. SZABÓ 1930), patakok stb.], valamint azok torkolata körüli vizek vegyi összetétele (Keszthelyi-öböl, pataktorkolatok). Noha az észlelt különbségek általában nem nagyok, az egyes biotópokra gyakran jellemzőek. A víz kémiai jellegét meg szabó ionok (MAUCHA 1949) különbözősége mellett, biológiai szempontból, igen jelentősek a kisebb nagyságrendben jelenlévő ionok (PO_4^{3-} , NO_3^- , NO_2^- , SiO_3^{2-} , H^+ stb.), valamint más kémiai és fizikai tulajdonságok (redukálóképesség, proteidammónia, oldott O_2 , hőmérséklet stb.). Hogy a víz különböző fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak szemléltetése egyetlen grafikonon legyen feltüntethető, új ábrázolási módszert dolgoztam ki. A módszer lényege, hogy a különböző vízminták azonos tulajdonságait azonos módon hasonlítom össze a vizsgált tulajdonság természetére (fizikai vagy kémiai tulajdonság stb.) való tekintet nélkül. Ha az előfordult esetek közül a mért tulajdonság értéke a legnagyobb volt, értékét 100 egységnek vettem. Amikor pedig a vizsgált tulajdonság a legkisebb volt, értékét 0-nak vettem, tekintet nélkül a vizsgált tulajdonság természetére, nagyságrendjére és abszolút értékére.

Nézzünk néhány példát. A pH minimális (vagyis 0 egység) az Aszófői-öbölben, a műút mögötti mocsaras jellegű helyen, ahol értéke 7,85. Viszont maximális (vagyis 100 egység) a pH a Szántódi-Révnél, ahol értéke 8,78. Az oldott oxigén-tartalomnál hasonlóképpen az említett Aszófői-öbölbeli gyűjtőhelyen van a minimum (20,07% = 0 egység) és a Szántódi-Révnél a maximum (159,39% = 100 egység). A NO_2^- viszont éppen az Aszófői-öböl említett gyűjtőhelyén maximális (0,216 mg/l = 100 egység), és minden olyan helyen, ahol nem volt kimutatható (vagyis 0 mg/l = 0 egység) minimális. Az adódó köztes értékeket »%-osan« fejeztem ki. Ez azt jelenti, hogy a minimális és a maximális értékek közötti különbséget 100-nak véve, a köztes értékeket a minimális értéktől való eltérése szerint az összkülönbség %-ában fejezem ki. Például említettük, hogy az észlelt pH minimuma 7,85, maximuma pedig 8,78 (0, ill. 100 egység). A 8,00-s pH értéket a következőképpen számítottam ki. 1. Kiszámítom a két szélső érték közötti különbséget. Ez jelen esetben $8,78 - 7,85 = 0,93$, amit a pH-ra vonatkoztatva 100 egységnek tekintek. 2. Kiszámítom, hogy a keresett érték (8,00) és a minimális érték között mennyi a különbség ($8,00 - 7,85 = 0,15$). 3. Kiszámítom, hogy a minimális értéktől való különbség az összkülönbség hány % a, vagyis $\frac{0,15 \times 100}{0,93} = 16,1$. 4. Az

így kapott %-os értéket (16,1-et) ábrázolom a grafikonon. Természetes, hogy a grafikonból — a maximális és minimális értékek ismeretében — kiszámítható a keresett tulajdonság abszolút értéke. Ennek a számításnak a menete a következő: 1. A grafikonból leolvasom, hogy a keresett tulajdonság hány egységgel van ábrázolva. (pl. a Tapolca-patakban — 44-es minta — a SO_4^{2-} mennyisége

20 egység.) 2. A mellékelt táblázatból (2. táblázat) leolvassom a keresett tulajdonság minimális és maximális értéke közötti különbséget. (Jelen esetben a maximum 50 mg/l, a minimum 20 mg/l, a különbség tehát 30 mg/l). 3. A grafikonból leolvasott értéket megszorozzuk a táblázatból megállapított maximális és minimális érték különbségével és az eredményt elosztjuk 100-zal $\left(\frac{30 \times 20}{100} = 6\right)$. 4. Az így kapott számhoz hozzáadjuk az előbb megállapított

minimális értéket, mely összeg a keresett abszolút értéket adja $(6+20 = 26$ mg/l SO_4^{--} , vagyis a Tapolca-patakban a szulfátion mennyisége 26 mg/l).

Az így vázolt ábrázolási módnak jobb előnyei a következők: 1. A legkülönbözőbb természetű (fizikai, kémiai, biológiai) tulajdonságok korlátlan számban és tetszés szerinti nagyságrendben való együttes ábrázolására alkalmas. 2. Ezzel a módszerrel az igen kis és a nagy változásokat feltüntető tulajdonságok egyformán érzékelthetők, ami az élővilágra gyakorolt hatásuk vizsgálatánál új áttekintési lehetőséget nyújt (minimumfaktor!). (2. ábra.)

A kémiai és fizikai komponensek változásai a különböző biotópokban

*Hőmérséklet, oxigéntelítettség és pH**

E három tulajdonság változása szinte teljesen párhuzamos, ezért értékeiket együttesen vizsgálhatjuk. Mindhárom maximuma a somogyi parton Szántódnál volt észlelhető ($T = 30,3$ C°, O_2 % = 159 és $\text{pH} = 8,78$). A Balaton nyíltvizének a pH-ja mindenfelé egyenletesen 8,42–8,44 volt. A partközeli gyűjtőhelyeken, valamint a beömlő vizekben a hidrogénionkoncentráció ennél alacsonyabb volt. Így a Zalatorok környékén 8,33–8,38, a parti nádasok előtt, valamint azok belsejében az északi parton 8,11–8,38-as pH értékeket észleltünk, sőt a nádas mögötti Balatonfüreden és az Aszófői-öböl végén lévő mocsaras jellegű helyeken 7,96-ra, ill. 7,85-re szállt le a pH értéke. Hasonló eredményekre jutott A. MESCHKAT is (MESCHKAT 1934, 442.) Az északi parton beömlő patakokban a pH 7,96–8,20 közötti értékeket mutatott. A balatonvíz hőmérséklete — a patakok kivételével, melyek hőmérséklete 19–22 C° volt — 24–28 C° között ingadozott. A vízhőmérséklet, amint már említettük, csupán a Szántódi-Révnél érte el a vizsgálat idején a 30,3 C°-ot. Az oxigéntelítettség a parti sekély vízben nádasmentes helyeken, valamint egyes patakok torkolata körül 130–145, maximálisan 159%-ra emelkedett. Általában 90–110% volt az oxigéntelítettség, míg nádasokban és a nádasok mögötti mocsaras helyeken 40–80%-ra, sőt kivételesen 20%-ra csökkent (Aszófői-öböl vége).

Ca⁺⁺, HCO₃⁻, CO₃⁻⁻ és szabad CO₂

A vízben oldott kalciumion, hidrokarbonátion, karbonátion, valamint a szabad szén-sav igen szoros kapcsolatban állnak egymással. Így ezek változásait is együttesen vizsgálhatjuk. A legmagasabb szabad-szén-savértékeket az Aszófői-öbölben a nádas mögötti mocsaras helyen észleltük (18,3 mg/l CO_2) (v. ö. LOSVAY 1898, 20.) Ugyanott kaptuk — a Zalatoroktól, valamint

* A hidrogénion-koncentrációt nem a H^+ -ok abszolút értékének felhasználásával, hanem egyszerűség kedvéért a pH-skála értékeinek közvetlen alkalmazásával ábrázoltam.

a patakok beömlési helyeitől eltekintve — a legmagasabb hidrokarbonát-tartalmat is (339,2 mg/l). Parti nádasokban vagy azok külső szélén szintén kimutatható volt szabad szénsav jelenléte. A Balaton nyíltvizében azonban csupán a Keszthelyi-öbölben és a Szigliget—Balatongyörök közötti gyűjtőhelyen volt jelen szabad szénsav, máshol CO_3^{--} fordult elő kisebb mennyiségben. Amint az már régóta ismeretes, a Balaton nyíltvizének az összetétele olyan, hogy lehetőség van akár szabad CO_2 , akár pedig CO_3^{--} megjelenésére, viszont közülük egyik sem fordul elő nagy mennyiségben. A patakok (Tapolca-patak, Lovasi-séd, Pécsely-patak) valamennyien tartalmaztak szabad szén-savat és valószínű, hogy a Zala vize is tartalmazott CO_2 -t.

A legtöbb Ca^{++} a patakok vizében és azok torkolata körül volt található (Pécsely-patak 84, Lovasi-séd 64, Tapolca-patak 52 mg/l Ca^{++}). Ugyancsak magas volt a Ca^{++} -tartalom a Zalatorok környékén (39—41 mg/l), ami arra mutat, hogy a Zala-folyó is tekintélyes mennyiségű Ca^{++} -t szállít a Balatonba. Különben a Balatonban csaknem mindenütt 34—36 mg/l volt a Ca^{++} mennyisége. A Ca^{++} és Mg^{++} megoszlására vonatkozó értékek közel meg-egyeznek SZABÓ 1929. évi adataival (SZABÓ 1930, 494). Így pl. a Keszthelyi-öbölben a kapott Ca^{++} -tartalom megközelítette a Mg^{++} -tartalmat, noha meg nem haladta, mint SZABÓ gyűjtései idején. Legalacsonyabb volt a Ca^{++} -tartalom a Szántódi-Révnél (29,8 mg/l), ahol egyúttal a HCO_3^- -tartalom is minimális volt (253 mg/l). Ugyanakkor viszont e gyűjtőhelyen fordult elő maximális mennyiségben a CO_3^{--} (12,5 mg/l). A Szántódi-Révtől nem messze, a Kútban is alacsony volt a Ca^{++} és a HCO_3^- -tartalom. Érdekes volt a Kútban a HCO_3^- és a CO_3^{--} kifejezett mélységszerinti rétegződése. A HCO_3^- mennyisége ugyanis a fenéktől a felszínig e gyűjtőhelyen 291-ről 267-re csökkent, míg ugyanakkor a CO_3^{--} mennyisége 0,7-ről 6,0 mg/l-re szaporodott (v. ö. LOSVAY 1898, 20.). Az 1950-es adatok az 1952-es adatokhoz egészen hasonlóak voltak.

Mg⁺⁺

1952-ben a magnéziumion mennyiségi ingadozása a Balaton vizében aránylag csekély volt. A pataktorkolatok környékétől eltekintve két magnéziumban kissé szegényebb és két aránylag gazdagabb területet tudunk a Balatonban elhatárolni. Az első csoportba tartozott a Keszthelyi-öböl, ahol csak 41—47 mg/l Mg^{++} -t kaptunk, továbbá Tihany környéke, ahol különösen a Kút volt szegény magnéziumban (41—45 mg/l). A leggazdagabb volt Mg^{++} -ban a dolomitos területekről befolyó patakok vize. Így a Tapolca-pataokban (57,3 mg/l,) a Lovasi-sédben pedig 52,6 mg/l volt a Mg^{++} mennyisége. A mért értékek közül a legalacsonyabb volt a Burnóti-patak vizének Mg^{++} -tartalma (36,1 mg/l).

Nitrogénforgalom

Szervetlen nitrogén NO_3^- formájában tekintélyes mennyiségben jut a Balatonba az északi part patakjainak vizével. Az Örvényesi-séd (Pécsely-patak) vizében 28,5 mg/l, a Tapolca-patak vizében 16,97 mg/l, a Lovasi-séd vizében 12,7 mg/l NO_3^- volt található. A patakok torkolata előtt 20—50 m-rel még kimutatható volt literenként néhány mg NO_3^- jelenléte, a nyíltvízben azonban a NO_3^- vagy csak nyomokban volt jelen, vagy legfeljebb 1—1,5 mg-ot tett ki literenként. A legtöbb volt Badacsony és Szigliget között a lábdüi öböl-

ben (1,54 mg/l). Érdekes, hogy milyen sok NO_3^- volt a Burnóti-patak elposványosodott legalsó szakaszában (7,7 mg/l). Nyílt kérdés, hogy a Zala-folyó milyen mennyiségű NO_3^- -t szállított a vizsgálat idején a Balatonba, miután közvetlenül a Zalából vízmintát venni nem sikerült, a torkolat előtt 500–800 m-re pedig nem észleltünk kiugró NO_3^- mennyiséget.

A nitrácionhoz igen hasonló a nitrition megoszlása is. A beömlő patakok vizében mindig kimutatható volt NO_2^- jelenléte, bár mennyisége mindig jóval a NO_3^- mennyisége mögött maradt. A maximális nitritmennyiséget azonban nem patakvizben, hanem az Aszófői-öböl végén, a nádas mögötti erősen mocsaras jellegű helyen mértük (0,216 mg/l). Mérhető mennyiségű nitrition volt még többek között a balatonfüredi nádas belsejében és érdekes módon a Tihanyi-Kútban a fenéken (0,005 mg/l).

1950-ben a nyíltvízben csaknem mindenfelé mérhető mennyiségű (0,5–1,5 mg/l) NO_3^- volt. 1952 nyarán viszont NO_3^- a legtöbb helyen csak nyomokban volt kimutatható. Ezzel szemben 1950-ben NH_4^+ csak kevés helyen volt jelen a nyíltvízben mérhető mennyiségben, míg 1952-ben csaknem mindenütt kimutatható volt. Maximális mennyiségű NH_4^+ az Aszófői-öbölben, a nádas mögötti mocsaras helyeken (Aszófői-öböl vége 1,241 mg/l és Balatonfüred, Nagybudapesti Horgászegyesület tanyája a nádas mögött 0,408 mg/l) volt található. Nem csupán a nádasok mögött, a nádasokban és a nádasok előtti vizekben is több az ammonia, mint a nyíltvízben, ahol maximálisan 0,065 mg/l NH_4^+ volt észlelhető. A partok közelében általában a felszínen kevesebb, a fenék közelében több NH_4^+ volt jelen. A Zalatorok környékén, valamint a beömlő patakokban az NH_4^+ mennyisége minimális, vagy éppen nullának vehető.

A nitrácion mennyiségétől nagymértékben függ a víz össznitrogéntartalma (N). A legmagasabb értékeket a patakvizekben mértük (Pécsely-patak 9,964 mg/l, Tapolca-patak 4,271 mg/l, Lovasi-séd 3,44 mg/l). A patakorkolatok előtt e magas értékek rövidesen az átlagos balatoni értékekre süllyedtek le. Magas össznitrogéntartalom volt még a nádasok mögött és a Burnóti-patak posványos vizében. A nyíltvízi értékek közül legmagasabb volt a Keszthelyi-öböl közepén, a Fenékpusztva vonalában vett mintában, 1,817 mg/l. Ettől kezdve a nyíltvízi értékek ÉK felé fokozatosan csökkentek. A Balatongyörök—Balatonmárfafürdő közötti vonaltól DNy-ra még előfordultak 1,2 mg/l-nél nagyobb értékek. A Balaton déli medencéjének többi részén (Tihany—Szántód és Balatongyörök—Balatonmárfafürdő közötti területen) 0,9–1,1 mg/l össznitrogén volt jelen a nyíltvízben, míg ettől a területtől ÉK-re, vagyis Fűzfő és Tihany között 0,4–0,8 mg/l közötti értékek adódtak. A legalacsonyabb értékeket a Tihanyi-Kútban a fenéken (0,435 mg/l) és a Fűzfői-öbölben mértük (0,521 mg/l). Megjegyzendő, hogy a Kútban — valószínűleg az áramlás és a hullámzás hatására — az össznitrogén mennyisége a mélység szerint erősen különbözhet. Így 1952-ben a fenék felett észlelt minimális össznitrogéntartalom mellett (0,435 mg/l) 4 m mélységben már 0,789 mg/l volt az össznitrogén mennyisége, a felszínen pedig meghaladta az 1 mg/l-t! Viszont 1950-ben szinte ezen értékek középarányosát észleltük, amikor is a fenéken 0,881, a felszínen pedig 0,780 mg/l volt az össznitrogén mennyisége.

A proteidammónia mennyisége, vagy ami ezzel csaknem teljesen egyenértékű, a szerves nitrogén mennyisége, nagy mértékben befolyásolja az össznitrogén mennyiségét. Miután a NO_3^- , NO_2^- és az NH_4^+ , vagyis a szervesetlen nitrogén csupán a patakokban és néhány partközeli biotópban játszik jelentős

szerepet, az össznitrogén mennyisége a Balatonban általában a proteidammónia mennyiségétől függ. A proteidammónia — és így a szerves nitrogén — mennyisége a legnagyobb a nyíltvízben, a Keszthelyi-öbölben, Fenékpusztá vonalában. A Keszthelyi-öböltől Fűzfőig a szerves nitrogén mennyisége a nyíltvízben csökkenő tendenciát mutat. A legalacsonyabb nyíltvízi értékeket a Tihanyi-Kútban 10 m mélyen és a Fűzfői-öbölben észleltük. A partközeli vizekben a szerves nitrogén mennyisége általában más, mint a közeli nyíltvízben. A patakokban és a befolyások környékén a proteidammónia mennyisége kisebb, nádasok mögött és azok belsejében viszont nagyobb, mint a közeli nyíltvízben. Minimális volt a proteidammónia a Burnóti-patak posványos vizében (0,123 mg/l proteidammónia = 0,203 mg/l szerves N).

Oxigénfogyasztás

A szerves nitrogén megoszlásához igen hasonló képet kapunk, ha a balatonvíz oxigénfogyasztását vizsgáljuk a különböző biotópokban. Az 1952-es adatok szerint maximális volt az oxigénfogyasztás a Keszthelyi-öböl közepén (4,64 mg/l O_2). A Keszthelyi-öböl egész területén — a Zalatorok közvetlen környékének a kivételével — 4,0 mg/l felett volt az oxigénfogyasztás. A Balaton déli medencéjének többi részében Akali—Balatonszemes vonalától DNy-ra — a parti vizeket leszámítva — szintén 4,0 mg/l felett volt az oxigénfogyasztás. Ezzel szemben az északi medencében mindenütt 4,0 mg/l alatt maradt, kivéve az aszófői nádas mögötti erősen mocsaras jellegű gyűjtőhelyet. Az oxigénfogyasztás a patakvizekben volt minimális (Tapolca-patak 1,35 mg/l, Lovasi-séd 2,16 mg/l). A patakok torkolatától a nyíltvíz felé haladva az oxigénfogyasztás mértéke fokozatosan nőtt. Említésre méltó, hogy az 1950-es vizsgálatok alkalmával kapott értékek általában magasabbak voltak, mint az 1952-es értékek. Még a Pécsely-patak oxigénfogyasztása is elég tekintélyes volt (3,36 mg/l), bár az akkori értékek között lényegesen alacsonyabb volt az összes többi értéknél. A maximális értéket akkor a déli medencében a Balatonföldvár—Balatonudvari közötti vonal mentén a Balaton közepetáján észleltük (5,73 mg/l O_2).

PO_4^{---} megoszlása

A foszfátion mennyisége legmagasabb volt a Kerekedi-öböl felszínén és a Tihanyi Halásztelep előtt vett vízmintában (1,19 mg/l PO_4^{---}). Érdekes, hogy valamennyi gyűjtőhelyen, melyek e két hely között voltak, magas volt a foszfátion mennyisége (0,86—1,13 mg/l). E területtől ÉK-re és DNy-ra egyaránt mindenütt alacsonyabb értékeket kaptunk. Ezek közül valamivel magasabbak voltak a Fűzfői-öböl értékei (0,53—0,56 mg/l) és valamivel alacsonyabbak a Balaton déli medencéjének nyíltvízi értékei (0,26—0,44). A legalacsonyabb értékeket a Keszthelyi-öbölben mértük, ahol foszfát helyenként (pl. a Zala-folyó torkolata környékén, valamint a Keszthelyi-öböl közepetáján) nyomokban sem volt kimutatható, de mennyisége máshol is csupán 0,10—0,40 mg/l között váltakozott. A Keszthelyi-öböltől eltekintve a Balaton déli medencéjében a parti részeken egyes helyeken csaknem 0,80 mg/l-re emelkedett a foszfátion mennyisége. A fenti adatok 1952-re vonatkoznak. Az 1950-es adatok az 1952-es adatokhoz meglehetősen hasonlítanak. A maximum ekkor nyíltvízben szintén az északi medencében a Tihanyi Biológiai Kutató-

intézet előtti gyűjtőhelyen volt, a minimum pedig a Kútban és a déli medencében a nyíltvízi gyűjtőhelyeken. A foszfátion változásából nem szabad közvetlenül az összfoszfor mennyiségére következtetnünk, amint láttuk, hogy a nitrátion- és az össznitrogéntartalom sem állíthatók közvetlenül párhuzamba. Az összfoszfor mennyiségének regionális vizsgálata a jövő kutatás egyik fontos feladata.

SO_4^{--} megoszlása

A SO_4^{--} mennyisége a Fűzfői-öbölben volt a legnagyobb (46–50 mg/l). DNy-i irányban a SO_4^{--} mennyisége csökkent. Az északi medence többi részében 29–40 mg/l, a Kútban és a déli medencében, a Tihany–Szántód és Balatongyörök–Balatonmária-fürdő közötti területen 25–31 mg/l közötti értékeket találtunk, a Badaacsony és Szigliget közötti lábdi-öböl előtti rész kivételével, ahol nyíltvízben 39 mg/l volt a szulfátion mennyisége. A Keszthelyi-öbölben a Zalatorok környékén a szulfátion mennyisége minimumra, 20–21 mg/l-re csökkent. Az északi part patakjainak SO_4^{--} -tartalma mindkét vizsgálati évben egyöntetűen 26–27 mg/l volt. A vázolt balatoni értékek az 1952-es vizsgálatok eredményei, míg 1950-ben a Tihany körül gyűjtött vízmintákban a SO_4^{--} mennyisége magasabb volt (51–56 mg/l) és lényeges eltérés a különböző gyűjtőhelyek között nem mutatkozott.

SiO_3^{--} vizsgálata

Az oldott kovasav megoszlása hasonló a szulfátion megoszlásához. A legmagasabb értékeket (35,5 mg/l SiO_3^{--}) a Kerekedi-öbölben, a fenékről vett vízmintában kaptuk. Ez talán azzal hozható kapcsolatba, hogy a Kerekedi-öböl egyike azoknak a helyeknek, ahol a befolyó vizekkel a legtöbb »vörös föld«, vagyis elmállott permi homokkő kerül a Balatonba. A Fűzfői-öbölben általában 25–31 mg/l volt a szilikátion mennyisége. Az északi medence többi részében sem süllyedt a SiO_3^{--} mennyisége 24,6 mg/l alá. A déli medencében Balatonszemes–Balatonszepezd vonalától egészen Balatongyörök–Balatonmária-fürdő vonaláig, vagyis a Keszthelyi-öböl bejáratáig 21–25 mg/l között váltakozott a szilikátion mennyisége. Egy kivétel itt is volt, 27 mg/l, melyet a badaacsonytomaji kikötő előtt mértünk. A Keszthelyi-öböl területén a szilikátion mennyisége sehol sem érte el a 20 mg/l-t és a Zalatorokban és annak környékén 2,2–7,8 mg/l-re süllyedt. Az 1950-es értékek kissé alacsonyabbak voltak. Így a Tihany körüli vizekben 17–21 mg/l volt a szilikátion megállapítható mennyisége. Különösen alacsony volt a Pécsely-patak oldott kovasav-tartalma (8,5 mg/l).

Cl^- -tartalom

A Balatonvíz Cl^- -tartalma meglehetősen egyenletes megoszlású volt és általában 10,0–11,8 mg/l között váltakozott. Kissé magasabb értékeket kaptunk az Aszfői-öböl végében és a balatonfüredi nádas mögötti mocsaras helyeken (12,4–12,7 mg/l) és kissé alacsonyabbakat a Balaton északi partja mentén partközelen Badaacsony és Keszthely között (9,4–10,0 mg/l). A leg-erősebb kloridiontartalom-ingadozások a patakok vizében voltak észlelhetők. A legmagasabb vizsgálati érték a Tapolca-patak vizében (14,2 mg/l), a leg-alacsonyabb érték (7,6 mg/l) pedig szintén patakvizben, a Lovasi-sédben volt megállapítható. Ez utóbbihoz teljesen hasonló értéket kaptunk 1950-ben

a Pécsely-patakban is (7,55 mg/l), míg az akkori balatoni értékek kissé magasabbak voltak (10,6—13,0 mg/l Cl⁻). Akkor a legmagasabb értéket a Kútban mértük, bár a kapott eltérések annyira csekélyek, hogy jelentőségük alig lehet.

Na⁺, K⁺ és Fe⁺⁺ meghatározások

E három ion megoszlásának a megállapítására csupán 1950-ben végeztem vizsgálatokat. Kitűnt, hogy a Na⁺ megoszlása a különböző balatoni gyűjtőhelyeken meglehetősen egyenletes (39—47 mg/l). Csupán a Pécsely-patak vizének a Na⁺-tartalma volt alacsonyabb (28,1 mg/l). Hasonlóképpen alacsony volt a Pécsely-patakban a K⁺ mennyisége is (4,50 mg/l), szemben a Balatonban mért 5,9—8,8 mg/l közötti értékekkel. A legmagasabb K⁺ értéket a Tihanyi-Kútban mértük a fenék közelében.

A ferroion legkisebb mennyiségben a Tihanyi-Kútban fordult elő. A nyíltvízi értékek általában alacsonyabbak voltak a partközeliéknél (18 γ/l a Kútban, 21—31 γ/l a nyíltvízben és 41—57 γ/l a partközelen, beleértve a Pécsely-patak vizét is).

Elektromos ellenállásmérések

Az 1952-es vizsgálatok idején dr. KESSLER HUBERT, a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet osztályvezető főmérnöke számos gyűjtőhelyen elektromos ellenállásméréseket végzett. A mérési eredményeket volt szíves rendelkezésemre bocsátani, mely adatokért, kérem, ezúton is fogadja hálás köszönetemet. Ezek szerint az északi parton beömlő patakok vizének fajlagos ellenállása volt a legkisebb (Tapolca-patak 1670 Ohm/cm³, Lovasi-séd 1830 Ohm/cm³). A patakok torkolatától befelé 25—50 m-ig még érezhető volt a patakvíz ellenálláscsökkentő hatása, de kb. 80—100 m-re a beömlés helyétől a víz ellenállása már csaknem teljesen megegyezett a »tiszta balatonvíz« lényegesen magasabb ellenállásával. Ez teljesen megegyezik a kémiai eredményekkel, melyek szerint a balatonvíz vegyi összetételén a patakok torkolata előtt ±25 m-rel még érezhető a patakvíz hatása, messzebb menve azonban e hatás teljesen elmosódik és a víz teljesen jellegzetes »balatonvíz« összetételűvé válik. Nagy eltérések a Balaton nyíltvizének vezetőképességében nem mutatkoztak, bár a víz ellenállása Fűzfőtől Keszthelyig gyengén növekvő tendenciát mutatott. Megállapítható volt, hogy a Keszthelyi-öböl vize — mint sok más szempontból — e tekintetben is különbözik a Balaton többi részétől, mert a víz ellenállása itt a legnagyobb (2225—2250 Ohm/cm³).

A gyűjtőhelyek csoportosítása és jellemzése kémiai szempontból

A vizsgált vízminták fizikai és kémiai tulajdonságainak különbségei (változásai) a gyűjtőhelyek szerint négy főtípusba sorolhatók: A) Éles különbség mutatkozott a beömlő vizek vegyi összetétele és a Balaton nyíltvizének kémizmusa között. B) Fokozatos átmenet volt megállapítható a víz vegyi tulajdonságaiban az északi parti nádasok mögötti mocsaras jellegű gyűjtőhelyektől a nádasokon és a nyíltvízen keresztül egészen a déli part homokos strandjának sekély vizéig. C) Mutatkoztak bizonyos változások Fűzfőtől Keszthelyig többé-kevésbé egyenletesen a Balaton hossz tengelyében. D) Voltak mélység szerinti különbségek is a felszíni és a fenék feletti vízrétegek között.

E sajátságok figyelembevételével a feldolgozott nyári vízmintákat a következő csoportokba osztottam: **1.** Patakok. **2.** Torkolatok körüli területek (Zalatorok, pataktorkolatok). **3.** Nádasok mögötti mocsaras jellegű gyűjtőhelyek. **4.** Nádasok és nádasok előtti gyűjtőhelyek. **5.** A déli part sekélyvízű homokos alzatú gyűjtőhelyei. **6.** Nyíltvízi gyűjtőhelyek (északi medence, déli medence, Keszthelyi-öböl). **7.** Különleges gyűjtőhelyek (Tihanyi-Kút, Kerekdi-öböl, gyenesdiási strand stb.).

1. Patakok. Az északi partról befolyó patakok vizében található a legmagasabb Ca^{++} -, Mg^{++} -, HCO_3^- - és NO_3^- -tartalom, melynek következtében itt a legmagasabb a sókoncentráció, és így a legalacsonyabb az elektromos ellenállása a víznek. Űgyszintén patakvizben mértük a legmagasabb Cl^- -értéket is, noha más patakokban a Cl^- mennyisége éppen minimális volt. Elég magas volt még a patakok vizében a NO_2^- - és SiO_3^{--} -tartalom és az oxigéntelítettség, viszont alacsony volt az NH_4^+ , a proteidammónia és a szerves nitrogén mennyisége, továbbá a pH értéke. Patakvizben mértük a legalacsonyabb hőmérsékletet és oxigénfogyasztást. Ezek alapján a patakvizek összetételét a balatonvízhez viszonyítva elég szélsőségesnek tekinthetjük, mivel számos fizikai és kémiai tulajdonság szerepel benne szélsőségesen magas vagy szélsőségesen alacsony értékkel.

2. Torkolatok körüli területek. *a)* Pataktorkolatok. A torkolatok körüli víz összehasonlítva a beömlő patakok vizével és a Balaton közeli nyíltvizével, valóságos átmenetet képez a kettő között. A patakvizek hatása azonban alig néhány m-re terjed ki, így a torkolattól mérve még 20–25 m-re elég erős, 50–80 m-nél már alig észrevehető, körülbelül 100 m-re pedig a beömlő víznek már semmiféle hatása sem mutatható ki. A patakvizeknek mintegy balatonvízzel való átalakulása kitűnően tanulmányozható a Ca^{++} , HCO_3^- , NO_3^- és NO_2^- csökkenésével, továbbá az elektromos vezetőképesség, a pH, és a hőmérséklet növekedésével.

b) Zalatorok. Kissé eltérők a viszonyok a pataktorkolatoktól a Zala-folyó beömlési helye körüli területen, az ú. n. Zalatorokban. Ez egyrészt kapcsolatban van a Zala-folyó vizének a patakok vizétől eltérő kémiai és fizikai tulajdonságával, másrészt azzal, hogy a Zala a patakokhoz képest nagymennyiségű vizet szállít a Balatonba. E néhány km^2 nagyságú vízterületet a gyűjtés idején, 1952 VII. 24-én a kávébarna vízszín, az alacsony elektromos vezetőképesség és következtetésképpen az alacsony sókoncentráció jellemezte. A Ca^{++} és a HCO_3^- mennyisége kissé magasabb ugyan, mint a Balaton nyíltvizében, számos más ion mennyisége azonban jóval az átlag alatt van. Így közel minimális a Mg^{++} mennyisége és itt található a legalacsonyabb SiO_3^{--} , PO_4^{--} , SO_4^{--} és NH_4^+ értékek, NO_3^- és NO_2^- pedig nyomokban sem fordul elő. A vízben kisebb mennyiségben szabad szén-sav van jelen, a pH pedig közepes. Általánosságban itt is azt mondhatjuk, hogy a kémiai összetétel szempontjából a Zalatorok-környéki víz a patakok vizéhez hasonlóan erősen szélsőséges, bár ezt a patakvizektől eltérő tényezők idézik elő.

3. Nádas mögötti mocsaras területek, a Balaton északi partja mentén. Ezek a helyeken a víz összetétele sokban hasonlít a patakok vizének összetételéhez. Itt is magas a Ca^{++} -, a HCO_3^- - és a Cl^- -tartalom, és itt kaptuk a maximális NO_2^- -, NH_4^+ -, Fe^{++} -, valamint szabad CO_2 -tartalmat. Ilyen helyeken észleltük a legalacsonyabb pH értékeket. Viszont a patakok vizével ellentétben nincsen mérhető mennyiségű NO_3^- és elég magas a proteidammónia, a szerves nitrogén-, a PO_4^{--} - és az össznitrogéntartalom. Megállapítható,

hogy e területek is sok szempontból szélsőséges kémiai összetételükkel tűnnek ki.

4. Nádasok belseje és a nádasok előtti területek. Amint a patakok torkolata körüli területek átmenetet jelentenek a patakvíz és a Balaton nyíltvize között, ugyanezt elmondhatjuk a nádasokra is, melyek fokozatos átmenetet képeznek a nádasok mögötti mocsaras jellegű helyek vize és a nyíltvíz között. E vizekre jellemző a közepes pH, HCO_3^- , NH_4^+ - és össznitrogéntartalom, alacsony hőmérséklet és kismennyiségű, de kimutatható szabad CO_2 .

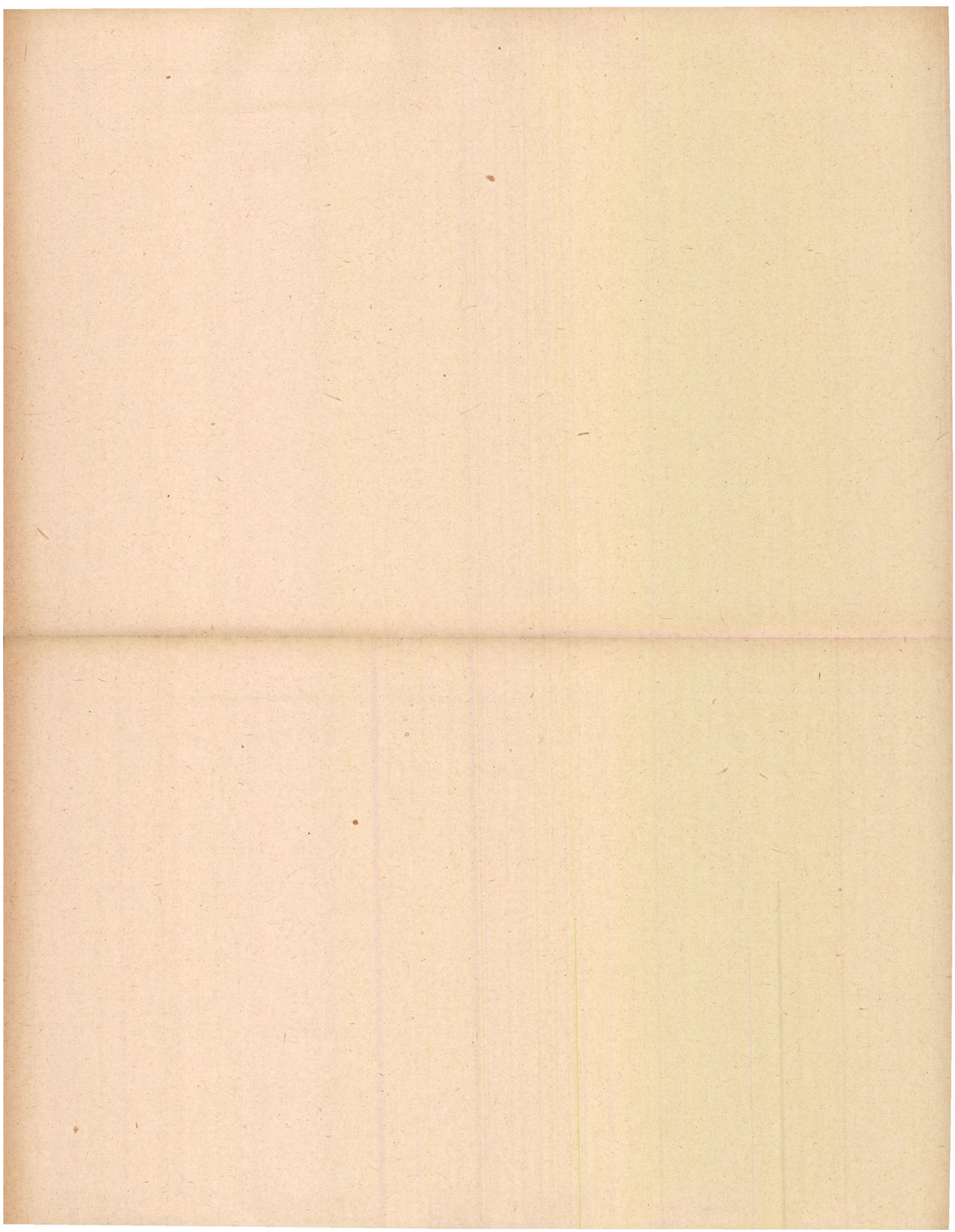
5. Homokos sekély víz a déli part mentén. A víz összetétele e helyeken valószínűleg ellentéte a patakok vízének és a nádasok vízének. Itt kaptuk a legmagasabb hőmérsékleti, oxigéntelítettségi, valamint pH értékeket, és ugyancsak itt volt a CO_3^{--} előfordulási maximuma. Ezzel szemben minimális volt a HCO_3^- - és a Ca^{++} -tartalom és ugyancsak kevés Mg^{++} és NH_4^+ volt itt található, míg NO_3^- és NO_2^- nyomokban sem volt jelen. Az említett adatok alapján e területek vizéről is meg kell állapítani, hogy összetétele erősen szélsőséges.

6. A Balaton nyíltvize. Míg az eddig említett parti vagy partközeli gyűjtőhelyek vízmintáiról megállapítottuk, hogy többé-kevésbé szélsőséges tulajdonságokkal rendelkeznek, addig a nyíltvízről azt mondhatjuk, hogy az ott kapott értékek közepesek és közel egyenletesek (pl. vezetőképesség, hőmérséklet, oldott oxigén, pH, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ stb.). Egyes tulajdonságoknál azonban mégis észlelhetők kisebb változások, melyek Fűzfőtől Keszthelyig többé-kevésbé azonos arányban tolnak el. Így az össznitrogéntartalom, mely Fűzfőtől Keszthelyig növekszik, a Keszthelyi-öbölben éri el a maximumot. Ezzel ellentétben a SO_4^- Fűzfő környékén maximális, és mennyisége Keszthely felé állandóan csökken. A szulfátióhoz hasonlóan csökken a foszfát- és a szilikátió mennyisége is. Noha a most említett változások nem nagyok, az élővilág szempontjából igen jelentősek lehetnek. Különösen figyelemreméltó a Keszthelyi-öböl vízének eltérő volta, melynek hatása minden valószínűség szerint az öböl egész élővilágára kiterjed.

7. Különleges élőhelyek. a) A Tihanyi-Kút. A víz összetétele nagy vonásokban megegyezett a nyíltvíz összetételével. A legtöbb fizikai és kémiai tulajdonság a mélység felé fokozatosan csökkenő vagy növekvő tendenciát mutatott. Csökkent a mélység felé a hőmérséklet, az oxigéntelítettség, a proteidammónia, a szerves nitrogén, az össznitrogén és a CO_3^{--} mennyisége, viszont növekedett a SiO_3^{--} , a HCO_3^- -tartalom és az oxigénfogyasztás, meg a NO_2^- mennyisége. Említésreméltó, hogy itt mértük a legmagasabb K^+ -tartalmat.

b) Posványos víz a Burnóti-patak legalsó szakaszában. Itt fordult elő minimális mennyiségben a Mg^{++} , továbbá a proteidammónia és a szerves nitrogén. Érdekes volt, hogy elég magas volt a NO_3^- mennyisége, noha a Burnóti-patak teljesen ki volt száradva, és vízutánpótlás csupán a Balaton felől következett be. Megjegyzendő, hogy e víz valósággal »élettelen« víz nyomását keltette.

c) Sekély víz a Gyenesdiás melletti strandon. Aránylag magas volt itt a víz hőmérséklete, oxigéntelítettsége és pH-ja, és egyetlen gyűjtőhely volt a Keszthelyi-öbölben, ahol CO_3^{--} volt jelen mérhető mennyiségben. E vonások következtében a víz összetétele emlékeztetett a Szántódi-Révnél gyűjtött vízminta összetételére.



d) Kerekedi-öböl. Itt észleltük a maximális SiO_3^{--} és PO_4^{---} értékeket. (Permi homokkő — vörös-földek!)

Kapcsolatok a Balaton élővilága és a fizikai és kémiai viszonyok között

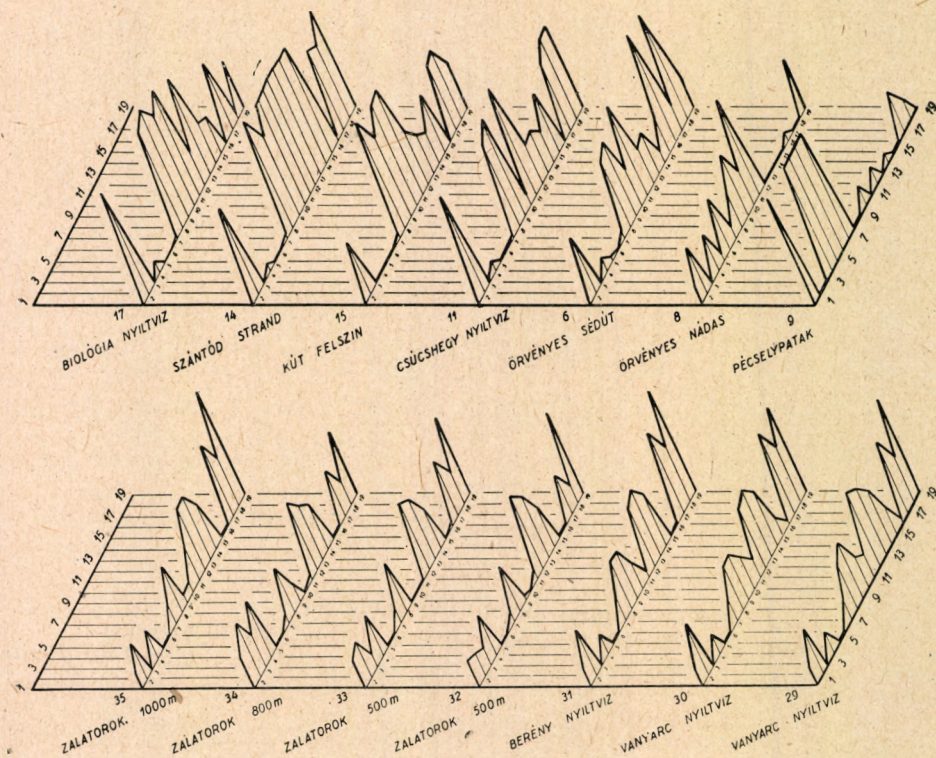
Érdekes képet kapunk, ha a fizikai és kémiai viszonyokat egybevetjük a balatoni halászati eredményekkel. MISOTA JÓZSEF, a Balatoni Halászati Vállalat h. igazgatójának szóbeli közlése szerint halászati vonalon többek között a következő megfigyeléseket tették: 1. A területegységre eső halfogás legalacsonyabb a Balaton északi medencéjében, közepes a déli medencében és legmagasabb a Keszthelyi-öbölben. 2. Az eddigi haljelölések megbízható adatai szerint valamennyi megjelölt halat a jelölés, ill. vízbeocsátás helyétől DNy-ra fogták ki, ami arra enged következtetni, hogy a balatoni halak bizonyos DNy-felé irányuló vándorlást mutatnak. 3. A keszthelyi vizeken kifogott fogas színe, alakja és növekedése eltér a Balaton többi részében kifogott fogas eme tulajdonságaitól.

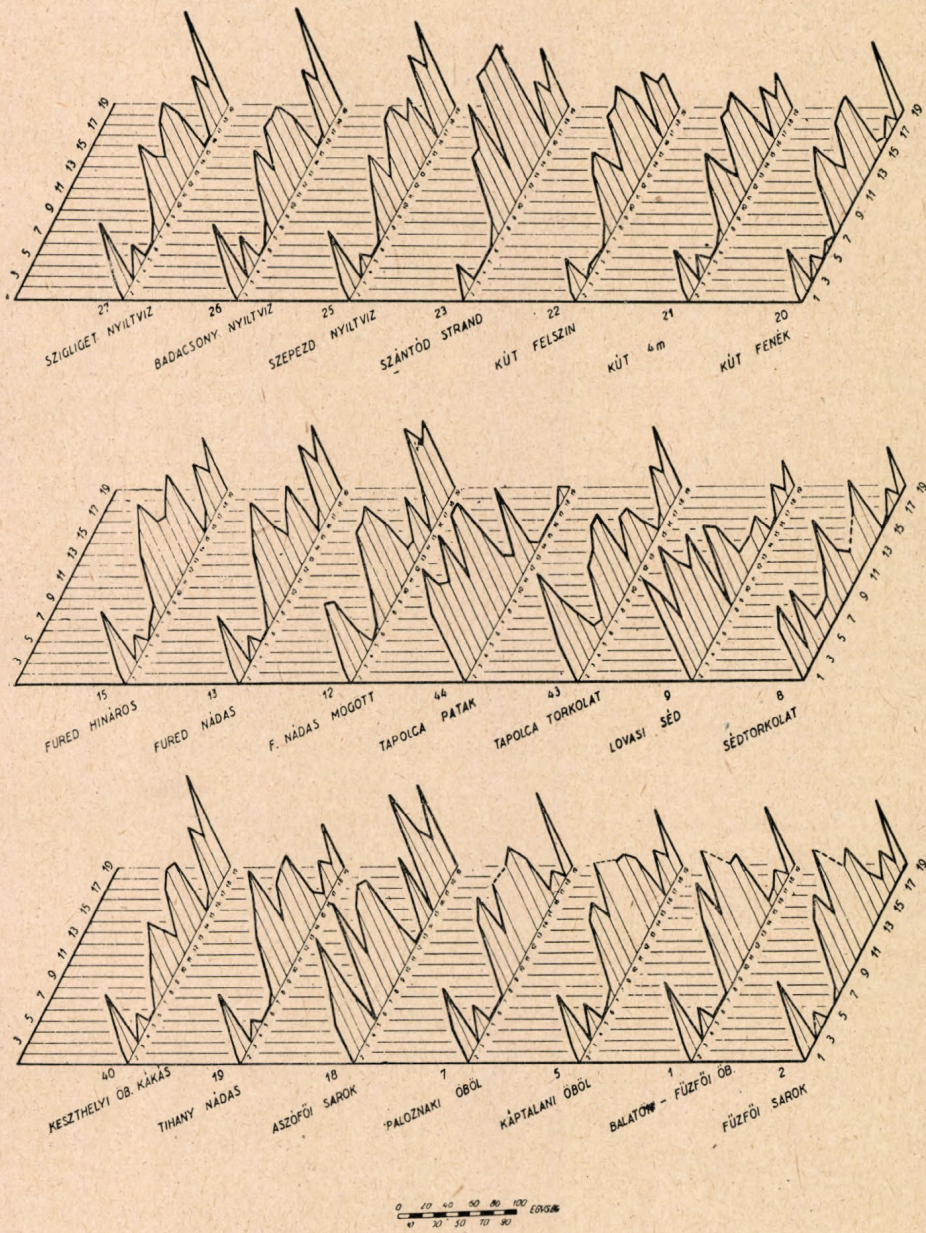
Kétségtelen, hogy a halászati megállapítások, a vizsgált fizikai és kémiai viszonyok és a még fel nem derített környezeti tényezők között összefüggés áll fenn. Valószínű, hogy a halak vándorlásában fontos, sőt talán döntő szerepet játszanak a Balaton eddig kellőképpen ki nem kutatott áramlási viszonyai. Az is valószínű, hogy a víz fizikai tulajdonságai mellett a kémiai viszonyoknak van fontos szerepe a halak színének, alakjának és növekedésének befolyásolásában, valamint a területegységre eső halhozam mennyiségében. Ez a hatás jelentkezhet közvetlenül, de — és ez valószínűleg a gyakoribb eset — létrejöhet a táplálékszervezetek minőségi és mennyiségi különbségei alapján. Itt elsősorban a planktonalgák, a magasabbrendű vízinövények és a víz kémiai összetétele között fennálló szoros kapcsolatra gondolok. Így például MAUCHA adataiból ismeretes (MAUCHA, 1949), hogy a víz termelőképességét elsősorban a vízben oldott szabad vagy félig kötött széndioxid befolyásolja a nitrogén, a foszfor és a kén mellett. Már pedig amint láttuk, a Zalatorokban és annak környékén találjuk a legmagasabb HCO_3^- értékeket nagy területen, tehát eszerint a víz produktivitása itt lehet a legnagyobb. VARGA egyes Rotatoriák elterjedése alapján a Balaton északi medencéjét minősíti eutrófabbnak (VARGA, szóbeli közl.).

Ismeretes, hogy vannak olyan egysejtű és edényes vízinövények, melyek asszimilációjukhoz csupán a szabad CO_2 -t képesek felhasználni (RUTTNER, 1947). Ilyen növények a Balaton nyíltvizében — legalább is a vizsgálat idején — csupán a Keszthelyi-öbölben fordulhattak elő, miután nyíltvizben csupán ott volt szabad széndioxid. N. E. STEEMANN megállapítása szerint a *Myriophyllum* olyan növény, mely a szabad CO_2 -t 5—7-szer olyan hatásosan tudja asszimilációjához felhasználni, mint a HCO_3^- -okat, és asszimilációjának a foka nagymértékben függ a hidrokarbonátion koncentrációjától. Érdekesnek látszik erre való tekintettel a *Myriophyllum* balatoni elterjedésének a tanulmányozása. Minden bizonnyal igen jelentős szerepet játszanak a Balaton mész- és egyéb hidrokarbonát-ion háztartásában az algák és egyes hínárfajok, különösen a Balatonban nagy mennyiségben előforduló *Potamogeton* genus tagjai. Ez utóbbiak levelei saját súlyuknak többszörösét kitevő mész mennyiséget képesek egy vegetációs periódus alatt kiválasztani (WELCH, 1935). Hogy a biogén mész kiválás milyen hatalmas arányokban jelentkezhet, megemlíthetjük MÁRKI (1949) vizsgálatait, aki kimutatta, hogy a Zürichi-tóban

évenként kb. 27 000 tonna biogén mész válik ki, mialatt a pH 7,8-ról 8,3—8,4-re emelkedik. A biogén mészkiválás részletes tanulmányozása a Balatonban még nem történt meg. Azt azonban tudjuk, hogy a biogén mészkiválás mennyisége a Balatonban tekintélyes lehet, hiszen a beömlő vizek (Zala, az északi parti patakok) sokkal több $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -t tartalmaznak, mint a balatonvíz. E fölös $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ kiválasztásánál bizonyára abiotikus tényezők is jelentős szerepet játszanak, viszont az idősebb hínárleveleken, különösen csendes időben mindig megfigyelhető tekintélyes mészréteg mutatja a hínárfélék jelentékeny mészkiválasztó tevékenységét. E jelenséggel kapcsolatban meg kell még említeni a Balaton téli-nyári pH változását, mely nagy mértékben hasonlít a Zürich-tó említett pH értékeinek ingadozásához.

E néhány példával csupán a mészháztartással kapcsolatos néhány jelenségre mutattunk rá, bár tudjuk, hogy a többi ionok mennyiségének változásai az élővilág kifejlődésére szintén sokrétű, fontos hatást gyakorolnak. (BIRSTEIN és BJELAJEV 1946; MOYLE 1949; RODHE 1948; RUTTNER 1940; SAWYER 1947; THOMAS 1949 stb.). E viszonyok részletes tanulmányozása a jövő kutatások fontos feladatát fogja képezni. Célunk az, hogy egyre jobban megismerjük annak a láncnak gyakran igen bonyolult szerkezetét, mely a víz fizikai és kémiai tulajdonságaitól a haltáplálószerkezeteken keresztül a halakig, vagy más szóval a környezeti tényezőktől a víz produktivitásáig vezet. E viszonyok ismerete lehetőséget ad majd számunkra, hogy fizikai, kémiai vagy biológiai eszközök felhasználásával biztos kézzel irányíthassuk a tó életét és — közvetve — gazdasági kihasználását.





2. ábra. 35 jellegzetes vízminta ábrázolása. A gyűjtőhelyek rövid elnevezése fölötti számok a gyűjtőhely számát (v. ö. 29—31. o.), az oldalt lévő számok (1—19) a különböző fizikai v. kémiai tulajdonságokat jelölik (l. a maximális és minimális értékeket). A mellékelt skála az értékek leolvasását könnyíti meg.

2. táblázat

A 2. ábra alapjául szolgáló maximális és minimális értékek

	1952		1950	
1. Ca ⁺⁺ mg/l	64,36—	29,82	85,00—	26,00
2. Mg ⁺⁺ mg/l	57,29—	36,11	51,60—	42,70
3. CO ₂ mg/l.....	18,34—	0,00	0,00—	0,00
4. HCO ₃ ⁻ mg/l	491,70—	253,80	459,00—	263,00
5. NO ₃ ⁻ mg/l	16,97—	0,00	28,50—	0,60
6. NO ₂ ⁻ mg/l	0,22—	0,00	0,28—	0,00
7. N mg/l	4,27—	0,44	9,96—	0,81
8. Cl ⁻ mg/l	14,20—	7,60	13,00—	7,60
9. SiO ₃ ⁻ mg/l	35,49—	2,18	20,10—	8,46
10. PO ₄ ⁻⁻⁻ mg/l	1,19—	0,00	0,67—	0,23
11. SO ₄ ⁻⁻⁻ mg/l.....	50,00—	20,00	56,00—	27,00
12. O ₂ telítettség %	159,00—	20,07	198,00—	87,00
13. pH	8,78—	7,85	8,78—	8,20
14. Hőmérséklet C°	30,30—	19,80	27,20—	19,00
15. CO ₃ ⁻⁻⁻ mg/l	12,48—	0,00	18,20—	0,00
16. NH ₄ ⁺ mg/l	1,24—	0,00	0,21—	0,00
17. Proteidammónia mg/l	0,97—	0,12	0,40—	0,24
18. Szerves N mg/l	1,60—	0,20	0,67—	0,39
19. O ₂ fogyasztás mg/l	4,64—	1,35	5,70—	3,40

IRODALOM

- BIRSTEIN, J. A. and BJELAJEV, G. M. (1946): The action of the water of Lake Balkash on the Volga—Caspian invertebrates. — *Zool. Zsurn.* **25**: 225—236.
- CSEGEZY G. (1938): Újabb adatok a balatonvíz összetételéhez. — *Neuere Untersuchungen am Balaton-Wasser. Magy. Biol. Kut. Munk.* **10**: 424—428.
- EINSELE, W. (1941): Die Umsetzung von zugeführtem anorganischen Phosphat im eutrophen See und ihre Rückwirkung auf seinen Gesamthaushalt. *Zeitschr. f. Fisch. u. Hilfswiss.* **39**: 407—488.
- LOSVAJ L. (1898): A Balaton vizének chemiai viszonyai. *Balaton Tud. Tanulm. Eredm.* **I**: 6; 1—27.
- MAUCHA R. (1929): Winkler Lajos vízvizsgáló módszereinek alkalmazása a limnológiában. Budapest, Az Országos Halászegyesület Kiadása, 1—247.
- MAUCHA R. (1945): Hydrochemische Halbmikro-Feldmethoden. *Arch. f. Hydrobiol.* **41**: 352—391.
- MAUCHA R. (1949): Einige Gedanken zur Frage des Nährstoffhaushalts der Gewässer. *Hydrobiologia* **1**: 225—237.
- MÄRKI, E. (1949): Limnologische Untersuchungen am Zürichsee.
- MESCHKAT, A. (1934): Der Bewuchs in dem Röhricht des Plattensees. *Arch. E. Hydrobiol.* **27**: 436—517.
- MOYLE, J. B. (1949): Some indices of lake productivity. *Trans. Amer. Fish. Soc.* **76**: 322—334.
- MÜLLER S. (1929): A Balaton vizének vegyelemzése. — Die chemische Analyse des Balaton-Wassers. *Magy. Biol. Kut. Munk.* **2**: 145—156.
- RODHE, W. (1948): Environmental Requirements of Fresh-water Plankton Algae. Experimental Studies in the Ecology of Phytoplankton. *Symbolae Bot. Upsaliensis* **10**: 1—149.
- RUTTNER, F. (1940): Grundriss der Limnologie. Berlin, 1—118.
- RUTTNER, F. (1947): Zur Frage der Karbonatassimilation der Wasserpflanzen. Eine vergleichende Untersuchung. Die beiden Haupttypen der Kohlenstoffaufnahme. *Österreich. Bot. Zeitschr.* **94**: 265—294.
- SAWYER, C. W. (1947): Fertilization of lakes by agricultural and urban drainage. *Jour. New England Water Works Assoc.* **61**: 109—127.

STEEMANN, N. E. (1947): Photosynthesis of aquatic plants with special reference to the carbon-sources. *Danks. Bot. Arkiv* 12: 1—71.

SZABÓ Z. (1930): A Balaton vizének vegyelemzése. *Magy. Biol. Kut. Munk.* 3: 488—500.

VARGA L. (1951): Szóbeli közlés.

Összefoglalás

1950 és 1952 nyarán fizikai vizsgálatokat és kémiai analíziseket végeztünk horizontálisan Fűzfőtől Keszthelyig a Balaton különböző biotópjában. A gyűjtőhelyeket az 1. és 2. ábra, az analízisek eredményét az 1. táblázat tünteti fel. 35 jellegzetes vízminta analízisét grafikusan ábrázoltam (2. ábra), mely célból új ábrázolási módszert dolgoztam ki. E módszer lényege, hogy gyűjtési évenként az egyes tulajdonságok észlelt maximális értékét 100-nak, minimális értékét 0-nak vettem, a köztes értékeket pedig a maximális és minimális érték közötti különbség %-ának megfelelő értékkel ábrázoltam. Például a pH maximuma 8,78 (= 100 egység), minimuma pedig 7,85 (= 0 egység), a kettő közötti különbség 0,93 (= 100%). Ekkor a pH 8,00-at úgy számítom ki, hogy 8,78—7,85-öt (vagyis 0,93-at) 100%-nak véve, a 8,00—7,85 (= 0,15) megfelel 16,1%-nak, amit a rajzon a mellékelt skála szerint 16,1 egységgel ábrázolok. Az ábrához mellékelt 2. táblázat abszolút-értékekben mutatja az egyes tulajdonságok maximális és minimális értékeit, melyek segítségével a rajzból az abszolút értékek is visszaszámíthatók.

Az így vázolt módszer előnyei a következők: 1. A legkülönbözőbb természetű (fizikai, kémiai, biológiai) tulajdonságok korlátlan számban és tetszés szerinti nagyságrendben való együttes ábrázolására alkalmas. 2. Ezzel a módszerrel az igen kis és a nagy változásokat feltüntető tulajdonságok egyformán érzékeltethetők, ami hatásaik vizsgálatánál (pl. jelen esetben az élővilágra gyakorolt hatások) új áttekintési lehetőséget nyújt (minimumfaktor!).

Megállapítható volt a vizsgálatok során, hogy a kapott szélsőséges (maximális és minimális) értékeket csaknem minden vizsgált tényezőnél a parti vizekben kaptuk, míg a nyíltvízi értékek közepesek és elég egyenletesek voltak. Különösen szélsőséges fizikai és kémiai tulajdonságokat feltüntető biotópok a Balaton nyíltvizével összehasonlítva: 1. A beömlő patakok vizei (igen magas Ca^{++} , HCO_3^- , Mg^{++} , NO_3^- és össznitrogén, viszont igen alacsony hőmérséklet, pH, oxigénfogyasztás, proteidammónia és elektromos ellenállás). 2. A Zalatorok (igen magas elektromos ellenállás, viszont igen alacsony Mg^{++} , NH_4^+ , SiO_3^{--} , PO_4^{--} és SO_4^{--}). 3. A nádasok mögötti mocsaras jellegű területek (igen magas NO_2^- , NH_4^+ , Fe^{++} és szabad CO_2 , viszont igen alacsony NO_3^- és pH). 4. A somogyi part sekély homokstrandjának a vize (igen magas oxigéntelítettség, hőmérséklet, pH és CO_3^{--} , viszont igen alacsony Ca^{++} és HCO_3^- -tartalom). A Balaton nyíltvizében kapott értékek csaknem mindig közepesek voltak, és jórésük (pl. pH, T, $\text{O}_2\%$, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ stb.) a Balaton egész területén csaknem egyenletes értékeket tüntetett fel. Egyes tulajdonságok azonban a Fűzfő—Keszthely-vonal mentén, tehát a Balaton hossz tengelyében emelkedő, vagy csökkenő tendenciát mutattak. Így Fűzfőtől Keszthelyig emelkedett a proteidammónia és az össznitrogén, viszont csökkent a PO_4^{--} , SiO_3^{--} és a SO_4^{--} mennyisége.

A Balaton nyíltvizének e regionális változásai a víz áramlási viszonyaival karöltve idézhetik elő részint közvetlenül, részint a vízínövényekre és a hal-

táplálékállatokra gyakorolt hatásuk következtében, hogy a Balatonban a területegységre eső halfogás Fűzfőtől Keszthelyig növekszik, és, hogy a keszthelyi vizeken a sülő színe, alakja és növekedése más, mint a Balaton többi részében. E kapcsolatoknak és számos más, a környezeti tényezők és a Balaton termelőképessége közötti összefüggésnek a kivizsgálása a jövő kutatás fontos feladata lesz.

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В ОТДЕЛЬНЫХ БИОТОПАХ БАЛАТОНА И В УСТЬЕ
НЕСКОЛЬКИХ ВЛИВАЮЩИХСЯ В БАЛАТОН РЕК, ЛЕТОМ 1950-ГО И 1952-ГО
ГОДА

Б. Энтц

Резюме

Летом 1950-го и 1952-го года проводились физические испытания и химические анализы в различных биотопах озера Балатона, горизонтально от Фюзфе до Кестхель. Места взятия проб показаны на рисунке 1, результаты анализа приведены в таблице 1. Анализ 35 характерных водных проб изображен графически (рисунок 2), в интересах чего разработан новый метод изображения. Сущность этого метода заключается в следующем: наблюдаемая в одном году максимальная величина отдельных показателей обозначена 100, минимальная же — 0, а промежуточные величины изображены единицами, соответствующими проценту разницы между максимальной и минимальной величиной. Например, максимум рН равен 8,78 (= 100 единиц), а минимум — 7,85 (= 0 единиц), разница составляет 0,93 (= 100%). В этом случае рН 8,00 высчитывается таким образом, что 8,78—7,85 (т. е. 0,93) берется за 100%, 8,00—7,85 (= 0,15) соответствует 16,1%, что на рисунке изображено — согласно приложенной шкале — 16,1 единицей. Таблица, приложенная к рисунку показывает максимальные и минимальные величины отдельных показателей в абсолютных величинах.

Преимущество данного метода заключается в следующем: 1. метод представляет возможность для совместного изображения самых различных по характеру показателей (физических, химических, биологических), в неограниченном количестве и любом порядке величин; 2. при помощи этого метода показатели, обнаруживающие чрезвычайно малые и очень большие изменения изобразимы одинаково четко, что при выяснении их влияния (например в данном случае учитывается их влияние на живой мир) предоставляет возможность для нового рассмотрения (фактор минимума!).

В процессе испытаний установлено, что крайние (максимальные и минимальные) величины в отношении почти что всех исследуемых факторов обнаружены в прибрежных водах; в открытой воде эти показатели были средними и довольно равномерными. При сопоставлении с открытой водой озера Балатона, биотопы обладающие особенно крайними физическими и химическими показателями обнаружены: 1. в воде вливающих рек (чрезвычайно высокое содержание ионов Ca^{++} , HCO_3^- , Mg^{++} , NO_3^- и общего азота, но очень низкая температура, рН, потребление кислорода, содержание протеидного аммиака, электрическое сопротивление). 2. Устье реки Зала (Залаторок) (0 высокое электрическое сопротивление, но чрезвычайно низкое содержание ионов Mg^{++} , NH_4^+ , SiO_3^- , PO_4^{--} , и SO_4^-). 3. Территория болотного характера за камышами (очень высокое содержание ионов NO_3^- , NH_4^+ , Fe^{++} и свободной CO_2 , но чрезвычайно низкое содержание NO_3^- и рН). 4. Вода мелкого песчаного пляжа при шомодьском побережье (очень высокая насыщенность кислородом, температура, рН и CO_3^- , но очень низкое содержание Ca^{++} и HCO_3^-). Величины полученные в открытой воде Балатона были почти во всех случаях средними и большая их часть (например рН, Т, O_2 %, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ и т. д.) оказалась по всему Балатону почти равномерной. Однако, некоторые показатели, обнаруживали вдоль линии Фюзфе—Кестхель, т. е. вдоль продольной оси Балатона повышающуюся или же понижающуюся тенденцию. Так например, в направлении от Фюзфе к Кестхель повышалось содержание протеидного аммиака и общего азота, но уменьшалось количество PO_4^{--} , SiO_3^- и SO_4^- .

Эти региональные изменения открытой воды Балатона, вместе с поточным движением воды — отчасти непосредственно, отчасти же вследствие влияния их на водную растительность и животные, представляющие рыбную пищу — обуславливают факт, что в Балатоне улов рыбы на единицу площади увеличивается по мере продвижения

от Фюзфе к Кестхель. Кроме этого, повидимому тоже самое обстоятельство обуславливает, что характер цвета, формы и роста судака здесь отличается от остальных мест Балатона. Выяснение этой связи, а также ряд остальных зависимостей между факторами окружающей среды и продуктивностью Балатона, представляет собой важнейшую задачу будущих исследований.

HORIZONTALE CHEMISCHE WASSERANALYSEN IN VERSCHIEDENEN BIOTOPEN DES BALATON-SEES UND IN EINIGEN IN DEN SEE MÜNDENDEN BÄCHEN IM SOMMER 1950 UND 1952

B. ENTZ

Zusammenfassung

Im Sommer der Jahre 1950 und 1952 wurden in verschiedenen Biotopen des Balaton-Sees horizontale physikalische Untersuchungen, sowie chemische Wasseranalysen vorgenommen. Die Sammel-, bzw. Untersuchungsstellen sind in *Abb. 1.* aufgezichnet, die Resultate der Analysen in *Tabelle 1* angegeben. Die Ergebnisse 35 typischer Wasserproben werden auch graphisch dargestellt (*Abb. 2.*), zu welchem Zwecke eine neue graphische Darstellungsmethode ausgearbeitet wurde.

Das Wesentliche dieser neuen Methode liegt darin, dass die während eines Jahres gefundenen maximalen Werte der einzelnen Eigenschaften gleich 100, die minimalen dagegen gleich 0 gesetzt werden, während die Zwischenwerte in Prozenten des Unterschiedes zwischen dem minimalen und maximalen Wert ausgedrückt werden. Ist z. B. das Maximum des pH-Wertes 8,78 (= 100 Einheiten), sein Minimum 7,85 (= 0 Einheiten), so beträgt also die Differenz zwischen den beiden Extremwerten 0,93 (= 100%). Wollen wir nun den Wert von pH = 8,00 errechnen, so stellen wir den erwähnten Unterschied zwischen den beiden extremen pH-Werten (d. h. 8,78—7,85 = 0,93) gleich 100%. In diesem Falle beträgt dann der Unterschied zwischen dem gesuchten und dem minimalen Wert (8,00—7,85 = 0,15) 16,1%. Dieser Wert ist in der beigelegten Abbildung mit 16,1 Einheiten dargestellt. Die der Abbildung beigefügte *Tabelle 2.* gibt die höchsten und niedrigsten Werte der verschiedenen untersuchten Faktoren an und anhand dieser Tabelle können dann alle in der Abbildung dargestellten Einheiten in absolute Werte umgerechnet werden.

Die Vorteile der hier kurz geschilderten Methode sind folgende: 1. bietet sie die Möglichkeit, Eigenschaften verschiedensten Charakters (physikalische, chemische und biologische) in unbegrenzter Zahl und in beliebiger Grössenordnung nebeneinander zu demonstrieren; 2. sind bei dieser Darstellungsmethode sowohl die nur äusserst kleine Unterschiede aufweisenden, als auch die sehr grosse Differenzen zeigenden Faktoren gleichzeitig zu veranschaulichen. Diese Vorteile versprechen nun anlässlich der Untersuchung der Wirkungen dieser Faktoren (im vorliegenden Falle auf die belebte Umwelt) neue, bisher nicht geahnte Übersichtsmöglichkeiten.

Während meiner Untersuchungen stellte es sich nun heraus, dass die Extremwerte (sowohl Minimum, als auch Maximum) fast aller untersuchten Faktoren in den ufernahen Teilen des Balaton-Sees zu finden waren, während die Werte im offenen Wasser Übergangswerte darstellten und eine annähernd gleichmässige Verteilung aufwiesen. Mit den Werten des offenen Wassers verglichen, zeigten folgende Biotope besonders extreme physikalische und chemische Eigenschaften.

1. In den See mündende Bäche (extrem hohe Ca^{++} , HCO_3^- , Mg^{++} , NO_3^- und Gesamtstickstoffwerte, dagegen sehr niedrige Temperatur-, pH-, Sauerstoffverbrauch-, Proteidammoniakgehalt- und elektrische Widerstandswerte). 2. Mündung des Zala-Flusses (hoher elektrischer Widerstand, dagegen sehr niedrige Mg^{++} , NH_4^+ , SiO_3^- , PO_4^{---} und SO_4^{--} -Werte). 3. Sumpfige Biotope zwischen Ufer und Röhricht des Sees (sehr hoher Gehalt an NO_3^- , NH_4^+ , Fe^{++} und freier Kohlensäure, aber sehr niedrige NO_3^- und pH-Werte). 4. Flachwasser am sandigen Somogyer Ufer (sehr hohe Sauerstoffsättigung, Temperatur, pH- und Karbonatgehalt, dagegen minimale Ca^{++} - und HCO_3^- -Werte). — Die im offenen Wasser gefundenen Werte erwiesen sich beinahe immer als mittelgross und waren meist gleichmässig über die ganze Oberfläche des Balaton-Sees verteilt (z. B. Temperatur, pH, Sauerstoffsättigung, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ usw.). Die Werte anderer Faktoren änderten sich dagegen entlang der von NO (Füzfő) nach SW (Keszthely) ziehenden Längsachse des Balaton-Sees. So zeigte z. B. Proteidammoniak und Gesamtstickstoffgehalt in der Richtung von NO nach SW steigende Tendenz, der Gehalt an PO_4^{---} , SiO_3^- und SO_4^{--} dagegen fallende.

Diese regionalen Veränderungen der Eigenschaften des Wassers in den offenen Teilen des Balaton-Sees können nun vielleicht gemeinsam mit den vorherrschenden Strömungsverhältnissen entweder direkt, oder auch indirekt — durch ihre Einwirkung auf die Wasserpflanzen und auf die als Fischnahrung dienenden Organismen — den Grund dafür bilden, dass die Ergebnisse des auf die Oberflächeneinheit berechneten Fischfanges sich in der Richtung von Füzö nach Keszthely allmählich erhöht und dass bezüglich Farbe, Gestalt und Wachstum des Zanders in der Keszthelyer Bucht andere Verhältnisse bestehen wie in den übrigen Teilen des Sees.

Die Untersuchung dieser kausalen Verhältnisse, sowie die zahlreicher anderer, zwischen Aussenfaktoren und Produktivität der Gewässer bestehender Zusammenhänge stellen die wichtigsten Probleme künftiger Untersuchungen dar.