

A BALATON ÉLETE

HA A MAGYAR TENGER szerelmese a somogyi parton megáll, mondjuk egy szeles májusi napon, szembe kapja a „csopaki Riviérát“, ahogy Lóczy Lajos nevezte az ő szívéhez nőtt otthonát, később örök nyugvóhelye tájkát, a verőfényben csillogó lankás zalai hegyoldalt. Se közel, se távol embert nem látni, csak benn az iszapszürke hullámokon, Tihany és Füred közt táncol egy fehér vitorlás. Ilyenkor még egyedül hallgathatja a bakonyi szél zúgását, a tajtékkal taréjzó hullámok susogását, a lejtős partszél előtt megtörő, arra virgoncán felfutó s a fővenyen gyöngyözve legördülő habok locsogását. É sorok írója is a Balatonpartról indult ugyan az élet útjára s e tájhoz tér meg felfrissülésért az év minden szakában, de ezúttal mégsem a tó tavaszi hangulatáról, hanem a Balaton életét tárgyaló legújabb természettudományos könyvről szeretne beszámolni.¹

És mindjárt előljáróban ki is emeljük, hogy az a bakonyi szél, mely a tó vizét feltaréjozza, a déli partot sűrűn csapkodó hullám, a fenékgig felkavart víz, amelybe a napfény tizedannyira sem hatol le, mint a mély alpesi tavakba, egész különleges jelleget adnak a Balaton életének. Az uralkodó északi szél határozza meg jórészt a mi nagy tavunk vizének kemizmusát, zavarosságát, öntisztító erejét, fenékiszapja elhelyezkedését, növényi és állati szövetkezeteinek sajátos együttélését, jellegzetes halainak színét, ezek optimális létfeltételeit és még több más adottságot, amelyek a Balatont más hazai és külföldi állóvizektől megkülönböztetik.

A Balatonmedence keletkezésére, a vidék földtani szerkezetére nem térhetünk ki e helyen, — e kérdésekről Kincses-tár-sorozatunk nemrég második kiadásban megjelent Balaton-kötete tájékoztat — csak gondolatmenetünk kiindulópontjaként jelezzük, hogy a tó felett északra jobbra dolomit mészkőből alakult hegyvidék húzódik, honnan az évezredek óta ez irányból fújó „főszél“ tömegtelen meszes port hullatott a tóba, legtöbbit a zalai part közelébe, úgy, hogy az iszaplerakodás néhol 6—8 m vastagságra is szert tett. Az erős hullámozás a somogy-veszprémi magas partokat alámosta, azokból — még napjainkban is előforduló — csuszamlások nagy homoktömegeket választottak le, ezeket a hullámok és parti áramlások szépen elegyengették, s így alakult ki a déli part hosszában a kemény, fővenyűrdőkre kitűnően alkalmas, de növényi és állati szerkezetnek, vagyis élőhelynek eléggé terméketlen, sekély parti öv.

A szerves élet anyagának a fenti geológiai és időjárás-tani helyzetből adódó körforgalma nemcsak a természettudóst, hanem a művelt szemlélőt is megragadó világossággal bontakozik ki Entzék pompás fényképekkel és beszédes rajzokkal illusztrált Balaton-életrajzából. Az általános életkörülmények bemutatása után a Balaton táplálékforgalmát „élőhelyek“ (nyűtvíz, parti öv, mesterséges alzat, fenék, növényzettel benőtt területek, tűzások) szerinti csoportosításban tárgyalja. Külön fejezetben írja le a Balaton életében a tudományos tanulmányozás félszázada óta

¹ Entz Géza és Sebestyén Olga: A Balaton élete. 1942. 366 lap. Díszes kötésben, az Egyetemi Nyomda papírján és betűivel a Természettudományi Társulat adta ki, Rapaics Raymund gondozásában.

észlelt változásokat; más tavak életviszonyaival történt rövid összehasonlítás után megkísérli egységes képbe foglalni a Balaton „egyéni jellemét” alkotó vonásokat. Előadja a Balaton ismertetésének és kutatásának történetét Oláh Miklóstól Bél Mátyáson át a tihanyi biológiai kutatóintézet szaktudósainak napjainkban folyó vizsgálódási eredményeig. Az utolsó hatvan oldalon a tudós szerzők rendszeres áttekintését adják a tó minden említésreméltó növényi és állati alakjának.

Nem e hasábkra való a könyv egyes fejezeteinek ismertetése: Szemlénk olvasóit inkább a természet és ember közti összefüggések s ezekből is különösen a társadalmi és gazdasági vonatkozások érdeklik. A következőkben a szerzők gazdag adatgyűjtésére és több mint két évtizedes saját megfigyeléseinkre támaszkodva, megpróbáljuk a Balaton életrajzának legjellemzőbb s legáltalánosabb érdekű vonásaira a figyelmet felhívni.

Első a hínárkérdés. Azért első, mert tulajdonképp ez adott közvetlen ösztönzést a Lóczy elnöklésével alakult Balaton-Bizottság munkájának megindítására (1891). Az Akadémia, Semsey Andor s az érdekelt megyék támogatásával megindult Balaton-kutatás¹ egyik első eredménye Borbás Vince alapos munkája, aki a tó flórájának ismertetése során tisztázta a hínárosok, nevezetesen a keszthelyi öböl fenyegető elhínárosodásának kérdését, mely már a parlamentet is foglalkoztatta. Borbás rávilágított a hínárosnak (szilvafalevelű, süllőhínár, borzhínár stb.) halgazdasági jelentőségére, hiszen a hínár búvóhelyet s egyben éléskamrárt szolgáltat a rovarságnak, apró rákocskáknak és maguknak a belőlük élő halaknak is. Kiemelte továbbá azt is, hogy a hínár előkészíti a talajt a rétság számára, mert nyomában növekszik a nádas, gyékény, káka, sás, és alattuk, a hullámszás és jégmozgás okozta erőművi hatás folytán, a növényi törmelék a tőzegnek adja alapanyagát. A hínár a hullámszásnak erősen kitett déli parton nem tud tartósan meggyökeresedni, mint egyébként a nádas sem, kivéve a szélárnyékos sarkokat, mólóktól védett öblöket (Fonyód, Boglár, Földvár). Legnagyobb tömegben és legszélesebb (50—200 m) sávban Fűzfő, Almádi, Csopak, Füred, Révfülöp, Badacsony, de kivált a keszthelyi partok előtt burjánzik, kb. 2 és fél m vízmélységig. Ezeken a részeken nemcsak a hajózásnak, hanem a halászásnak is komoly akadálya. Radikális kiirtása hiábavaló igyekezet és végzetesen káros kezdemény volna; azonban a sport és fürdőkultúra fejlesztése érdekében a mérsékelt ritkítás nem kifogásolható. A két motorhajó közt vontatott drótkötéllel fenékről szaggatott hínár partra szállítva, trágyázás céljára jól hasznosítható.

Egyéb sekély állóvizekben, ahol a sűrű, egyirányú hullámszás a fenékiszapot fel nem kavarja, a medence jórészt belepik a gyökerező vagy lebegő, alámerülő vagy a víz színén kiterülő vízinövények szövetkezetei, amelyek áthasonító tevékenységükkel jelentékenyen fokozzák a tó termelő erejét s az állatvilág nagyszámú alakjának nyújtanak lakóhelyet és jóleső táplálékot. Tavunknak csak északi, keleti és nyugati parti övében tenyészik a magastermetű vízi flóra, a fenék túlnyomó része mentes a növényzettől, ha górcsővi moszatban, főleg kovamoszatokban elég gazdagnak is mondható. Ebből a zöldnövény-szegénységből a magasabbrendű állatvilágra nemritkán mégis életbevágó jelentőségű, kedvező fejlemény adódik. Előrebocsátjuk, hogy tavunk vize rendkívül gazdag elnyelt oxigénben, melyet részben a levegőből, részben a növények asszimiláló életfolyamata útján nyer. A délutáni órákban, főleg nyáron majdnem mindig oxigénben-túltelített a tó vize. A hínárosban több, a nyíltvíz mélyebb helyein kevesebb az oxigén. A szél hatása abban is jótékonyan nyilvánul, hogy a víz felkevere-

¹ Úgy véljük, hogy helyesírásiilag jobb a Balatonpart, Balatonvíz, mint a balaton-kutatás, balatonvíz, ahogy Entzék könyvének korrektora szedette e sűrűn előforduló összetett szavakat.

dése elősegíti az oxigén egyenletes eloszlását. Az áthasonító tevékenység a növényzöld közbejöttével csak napfény mellett termeli az oxigént, éjjel és hófedte jégburok alatt a növények nem termelik, hanem fogyasztják. A Velencei-tó, a Fertő és még a Kisbalaton is a medence fenekét ellepő növényzetnek a szerves élet nagy gazdagságát köszönhetik ugyan, viszont hosszú s nagyon havas télidőben egész halállományukat elveszthetik, amint 1929-30-ban, a jégtükröt közel száz napig burkoló hóréteg okozta napfényínségben valóban majdnem teljesen el is veszítették — oxigénhiány miatt. A Balaton halállománya ugyanekkor teljesen épségben állta a napfénytől elzártág állapotát, mert oxigénkészlete nem szenvedett lényeges fogyatékot a fogyasztóvá vált flórától, s így állatvilága kielégítően elláthatta magát az éltető elemmel. Többi természetes tavaink és igen sok halastó halvése a mondott tóban és azóta már ismételten nyomorúságba döntött sok derék halász-családot; hasonló katasztrófa a Balatonon sokkal súlyosabb, következményeiben kiszámíthatatlan csapást zúdított volna az egész vidék lakosságára.

A dolomitos Balatonfelvidékről lezúduló szelek elhatározóan befolyásolták a Balatonviz vegyi összetételét is. Már Ilosvay megmondta, hogy ez bizonyos mértékben a viharok alkalmával a felkorbácsolt porral a tóba hulló oldható testek minőségétől és mennyiségétől függ. Legújabb analízisek szerint (Müller S.) foszfor- és nitrogénvegyületek igen csekély mértékben fordulnak elő, de lúgképző alkatrészek közül a kalcium és magnézium fel-tűnő magas százalékban (26 ill. 56%) van jelen. Nyilvánvaló, hogy a szél-hordta mészpomok determináló szerepe van a vegyi alkatrészek ilyenét megoszlásában, úgyhogy az északi szélben a Balatonviz természetes trágya-forrását, az elsavanyúsodás meggátolóját láthatjuk. A hidrogénion-koncentráció igen kedvező jelzőszáma (pH = 8.6) olyan lúgosságról tesz tanúságot, amely a tóban élő növényi és állati szervezetek életlehetőségeit növeli, viszont sokféle baktérium kifejlődésének és elszaporodásának gátat vet.

A szél erőművi hatására kell jórészt visszavezetni a szerves törmeléknek (detritus) nagy szaporaságát és messze kiható jelentőségét a tó szerves anyagforgalmában. A hullámszél által felaprított nagyobb és kisebb növényeknek és a vízben lebegő mikroszkópi moszatflórának (phytoplankton) aláhulló törmeléke jelentékeny táplálékforrás a Balatonban. A fokozatos széttördelést elősegítik a növények szárát és leveleit átjáró és megőrlő álcák s más növényevő állatkák. A zöld *Cladophora*-gyepet (békanyál) is felaprózza a hullám, de igen sok törmelékanyagot szolgáltat a Balatonban legtömegesebb feцskemoszat (*Ceratium hirundinella*), melyet a kerékesférgék és az apró rákocskák falnak fel. A Balaton ötökké nyugtalan vizében a törmelék sokáig lebeg és végül a nyíltvíz, a parti öv vagy a fenékiszap lakói kebelezik be. Különösen szívesen vett tápláléka ez a törmelék a békateknőkagylónak (Unió és Anodonta), a tíz éve meghonosodott vándorkagylónak (*Dreissena*), csigáknak, szívacsoknak (*Spongilla*) és tavunk egyik nemrég betelepült s mérhetetlenül elszaporodott rákocskájának, a tegezes bolharáknak (*Corophium*). A kagylók és csigák a szerves törmelék fogyasztásával erősen hozzájárulnak a Balatonviz derítéséhez. B sorok írója a 30-as évek közepén, a vándorkagyló aggasztónak tetsző elhatalmasodása idején többször meggyőződött arról, hogy a fogasívóhelyek környékén, amióta a köves fenék bevonódott a rátelepült *Dreissenák* tömegével (ezt ábrázoló fényképünket Entzék is közük), a víz átlátszósága lényegesen nagyobb volt, mint a vándorkagyló behurcolása előtt. Ahol azelőtt a víz egy méternyire, ott a *Dreissena* tömegszállásai felett több mint két méternyire is le lehetett látni a kövekre. A kagylók és csigák táplálkozásmódjának egyébként rendkívüli jelentősége van egy fontos közegészségügyi kérdés tisztázásával, a Balatonvíz önderítő képességének magyarázatával kapcsolatban.

Haranghy főorvos több nyáron át végzett vizsgálatokat a Balaton baktériumtartalma és a tó önderítő képessége tárgyában. A baktériumoknak az a fontos szerepük van a tó anyag-körforgalmában, hogy azt a magában a tóban termelt szerves anyagot, mely a növényi és állati szervezetek testében halmozódott fel, ez élőlények elhalta után szervesetlen elemekre bontják fel. Hogyan is áll a helyzet a Balatonban a baktériumok száma s ezek elszaporodása tekintetében? A mérések azt állapították meg, hogy a nyíltvízben, a lakott helyektől és forgalomtól távol a víz is, meg az iszap is baktériumban szegény, és a mondott helyeken rothadásos bomlást keltő s friss szennyezettséget mutató baktériumok nem igen fordulnak elő. A vízmozgás befolyásolja a csiraszámot, amely a hullámmal emelkedik, csendes vízben csökken. A lakott part, a látogatott fürdőtelepek közelében a csiraszám jóval nagyobb és benne emberek és háziállatok ürülékéből származó coli-törzsek is kimutathatók. Ennek oka könnyen érthetőleg a víz külső szennyeződése rothadásképes hulladékokkal, amejyek a tóba ömlő patakokból, csatornákból, vízbe hullott fekáliákból kerülhetnek a Balatonba. Tisztázásra várt az a kérdés, hogy mi idézi elő a Balaton vizének közegészségügyi szempontból annyira értékes önderítő képességét? Más vizekben a napfény hatásával, a lebegő részecskék gyors ülepedésével és baktériumpusztító szervezetek működésével kielégítően magyarázták az önderítő képességet.

Haranghy szerint a Balatonban a víz zavarossága, gyakori hullámlása erősen korlátozza a napfény baktériumölő hatását és a természetes ülepedés sem mondható számottevőnek, sőt az elhalt szervezetek tartós lebegése még kedvez is a baktériumok kifejlődésének. Ellenben különleges okai a Balaton erőteljes öntisztulásának egyrészt a víz nem közönséges lúgossága és elnyelt oxigénben való gazdagsága, de különösen a baktériumfaló szervezetek munkája. Ezek közül — az eddigi, még le nem zárt vizsgálatok eredménye szerint — a békateknőkaagylók, vándorkaagylók, valamint főleg a legsűrűbben lakott somogyi parti fenéken élő apró Lithoglyphus-csigák különösképpen kitüntetik magukat a víz biológiai derítésében. A munkamegosztás olyanformán történik, hogy a kaagylók a beszívott vizet megszűrik és a táplálkozásukhoz fel nem használt szüredéket nyálkás anyagba ágyazva távolítják el testükből. Ez a szüredék-tömeg, amely baktériumokban gazdag, így könnyen és hamar leülepedik. A fenéken az üledékfaló szervezetek, elsősorban a mindjobban elszaporodó Lithoglyphus-csiga kebelezi be ezeket a nyálkába ágyazott baktérium-csomókat és így befejezi a kaagylóktól megindított élettani vízderítést. A Lithoglyphus optimális élettere a homokos fenék, mert kicsiségénél fogva a mély iszap, kivált amikor a hullám felkavarja, könnyen eltemethető. Természetes, hogy a baktériumok csak egy részét teszik a Lithoglyphus táplálékának, amelyben nagyrésze van a különféle moszatoknak, szünnyoglárváknak és a mindenütt gyakori, korábban már emlegetett szerves törmeléknek.

Végül, hogy még közelebb jussunk a balatoni állatvilág emberi vonatkozásaihoz, megemlékezünk a Balatonnak egy határainkon túl is jólismert termékéről, a garda- és küszhal ezüstös pikkelyéről. A szivárványosan csillogó, külföldön Fischsilber, essence d'orient néven keresett „halpikkelyfény”-nek a Balatonvíz már korábban is említett zavarossága a legvalószínűbb magyarázata. Ennek fokát a Secchi-féle fehér koronggal szokták mérni. Az évi átlagos átlátszóságot Tihanyban 0.85 m-nek találták. Ezzel szemben a genfi Léman átlátszósága 10.4 m, a svéd Vättern tóé 17 m. Nyáron a legkisebb (0.41), télen jégtakaró alatt 3.5 m-t is elér. A nádasok vize átlátszóbb, mint a nyíltvíz. A zavarosság anyaga főként szénsavas mész, amely a vízinnövényektől elbontott kalciumkarbonátból származik, de nagyrésze van a zavarosság fokozásában az uralkodó, a fenéküledék felkavarásával járó szeleknek is. A zavarosság természetesen számottevően korlátozza a napfény behatolását és így erősen érzeti hatását a tó szerves életére is. A balatoni kecskeráknak, kősüllőnek halványabb színe, a fogasnak, gardának (a balatoni állatvilág e két vezéralakjának) ezüstös pikkelyzete mindenkinek feltűnik, aki tavunk e legjellegzetesebb lakóit más hazai vizekben élő fajtársaikkal összehasonlíthatja. Az utóbbiak színe azért sötétebb, mert több festékanyag

(pigment) választódik ki náluk a napfény káros behatolása elleni természetes védekezésül. Az imént felsorolt balatoni halak és rákok bőrében a pigment azért kevesebb, mert a fény is sokkal kisebb mértékben hatol a zavaros vízmélységbe. De a mi fogasunk, gardánk, keszegünk azért mégis jól lát a vízfenéken is, mert — ahogy egy német tudós, W. Wunder Tihanyban megállapította — e halaink szemének renehártya-pigmentje guanin-kristályokat tartalmaz (ugyanolyanokat, mint amelyek e halak pikkelyeinek szivárványos csillogását okozzák), amelyek a zavarosság okozta félhomályban reflektorként működnek és a fényingert erősítik. A tengeri eredetű garda, a 30—50, sőt száz mázsás tömegekben is hálóba kerülő „balatoni hering“ pikkelyéből ammóniákos lemosással és megfelelő ülepítő eljárással vonják ki az ezüstesszenciát. Ezt korábban csak a díszműiparban, hamisgyöngyök, karácsonyfadíszek, fogantyúk, gombok készítésére használták, újabban már a celluloid-, automobil és repülőgépiparban is alkalmazzák festőanyag gyanánt, mely iránt a háború alatt is egyre fokozódó kereslet nyilvánul. E sorok hójának külföldi szakkörökben szerzett értesülései szerint a balatoni kűsz és garda pikkelyével szeretik nemesíteni a német, francia, svájci és balkáni vizekből szedett pikkelyekből kivont ezüsthényt vagy esszenciát, mert egyiknek sincs oly igazgyöngyszerű „orient“-ja, szivárványos csillogása, mint a balatoninak.

Entz és Sebestyén művére visszatérve, illőnek tartjuk megemlékezni a tó kutatás két úttörő mesteréről, akik Entzék könyvével hasonló célzatú munkában összegezték több évtizedes kutatómunkájuk eredményeit, s akik kerek félszázaddal ezelőtt majdnem egyidejűleg kezdték meg egyik a genfi Léman, másik a Balaton tudományos ismertetésének közzétételét.

Első nagy tudósa a belvizeknek, akitől a limnológia (Seenkunde, tóismeret) fogalma is származik, F. Alph. Forel a genfi tó partján, Morgesban született, nyolc évvel Lóczy előtt. Ebben a Lausanne melletti városkában, ősei egész sorának lakhelyén élte le eredményekben gazdag kutató és tanító életét (a lausanne-i egyetem állattan-tanára volt), 1912-ben, Lóczyé előtt 8 évvel bekövetkezett haláláig. Történettudós apja hatása alatt előbb régészeti, majd őslénytani, geológiai és geofizikai tanulmányokat végzett a Genfi-tó körül, de épúgy megragadták a tóban élő szervezetek együttélésének problémái is, úgy, hogy joggal mondták őt a XVI. és XVIII. század nagy polihisztorai utódjának. Tudományos érdeklődése valóban nem ismert határt, s ezt a nagy ismeretszomjat, kapcsolatban egész rendkívüli munkabíráásával teljesen az ő szülőföldje tájéka tanulmányozásának szentelte. „Tudósa, költője és rajongója volt a Lémannak, melyet vizsgált és leírt minden képzelhető aspektusában: földtani szerkezetében, szintülkrözésében, időszakos vízsín-ingadozásaiban,¹ mélyvízi és parti faimájában, gleccsereiben, amelyek medencéjét táplálják és ódon történeti emlékeiben, amelyek vízében tükröződnek.“ (Dutoit emlékszedéből.) Közél 50 éves kutatómunka után Forel egymaga vállalkozott a genfi tó természeti viszonyainak és őstörténelmének összefoglaló feldolgozására s ezt „Le Lac Léman. Monographie limnologique“ című háromkötetes munkában tette közzé 1892-től kezdve. Ha e korszakos műnek sok megállapítása téves vagy túlhaladott is, ha számos elszórt feltevésről és módszerességről tesz tanúságot, és most, a mű kiadásának 50 éves és alkotója elhunytának 30 éves fordulójára alkalmával illik róla kegyelettel megemlékeznünk, annál is inkább, mert tudomásunk szerint Lóczy épúgy, mint leghívebb munkatársa, Cholnoky sok termékenyítő ösztönzést nyer Forel munkásságából.

Az aradmegyei Lóczy Lajos a kilencvenes évek elején ismerte meg a Balatont, amikor Füred mellett, Csupakon nyaralót és kis szőlőbirtokot

¹ Ezek a munkái nálunk különösen Cholnoky Jenőre voltak nagy hatással, aki mindezeket a limnológiai problémákat a Balatonra vonatkozólag a legalaposabban tanulmányozta és mesterien megoldotta.

szerzett, s onnan végezte egész haláláig, közel három évtizedig balatoni kutatásait. Rendkívüli szervező erejének sikerült olyan tudományos gárdát gyűjteni maga köré (Balaton-Bizottság), amely az egész világon egyedülálló részletességű, 1920-ig 40 kötetet kitevő monográfiát alkotott a Balatonról, úgy hogy külföldi tudós körökben joggal tartották a Balatont a világ legalaposabban tanulmányozott tavának. Halála évében (1920) Lóczy egy 200 oldalas kötetben tömör és népszerű összefoglalását adta a maga és munkatársai tanulmányai eredményének, méltó záróköve gyanánt a nevét viselő nagy tudományos alkotásnak. Balatonra tekintő, arácsi síremléke azt hirdeti, hogy nemcsak tudásával szolgálta a Balatont, hanem ahhoz szívével, leikével a sírig ragaszkodott.

örvendetes és nagyjelentőségű tudományos eseményként kell üdvöznünk a Balaton kulturális és gazdasági fejlesztésének előmozdítására létesült Balatoni Intéző Bizottságnak azt az intézkedését, amellyel a Magyar Földrajzi Társaság közreműködésével lehetővé tette Lóczy alapításának, a tudományos Balatdn-Bizottságnak újjáalakítását, a nagy úttörő fáradhatatlan energiájú utódjának, Cholnoky Jenőnek elnöklete alatt. A Bizottság egy népszerű színvonalon tartott havi folyóiratban, a Tóth Lajos szerkesztésében megjelenő „Balatoni Szemlé“-ben teszi közzé tagjai balatoni vonatkozású tudományos munkájának fontosabb eseményeit, de — ha a kormány és az érdekelt közületek megígért anyagi támogatása lehetővé teszi — remélhetőleg kutatásaik teljes tudományos feldolgozása is kiadható lesz, a Lóczy-féle monográfia új sorozataképpen.

LUKÁCS KÁROLY