

**AZ ASZÓFŐI SÉD TOVÁBBÁ A PÉCSELY-PATAK
ÉS AZ ASZÓFŐI SÉD TORKOLATA KÖZT A BALATONBA ÖMLŐ
PATAKOK HŐMÉRSÉKLETI ÉS VÍZKÉMIAI VISZONYAI —
A PATAKI ELSŐDLEGES TERMELESRŐL***

ENTZ BÉLA

Érkezett : 1958. február 25.

A Balatonba ömlő vizek rendszeres tanulmányozása során a Tihanyi-félszigettől északkeletre, az Aszófői-öbölbe torkolló Aszófői Séd vízrendszerét vizsgáltuk részletesen a hidrográfiai és hidrokémiai viszonyok, valamint ezeknek az élővilággal való kapcsolatai megismerésére. Már eddig több, a patak biológiai viszonyaival foglalkozó tanulmány jelent meg (KOL 1957, KOVÁCS—FELFÖLDY 1958, LUKACSOVICS 1958, STILLER 1957, TAMÁS 1957, VARGA 1957).

Jelen munkánkban a Sédet a vízgyűjtőterületéhez tartozó patakokkal együtt tanulmányoztuk. Így a vizsgálatok kiterjednek a Pécselyi-medence északi peremén fakadó forrásokra (Lázár-kút, Lázár-forrás), a medence közepetáján fakadó vizekre (Jábodi-kút, sötétréti források stb.) és azok lefolyására, tehát azokra a vizekre is, melyek a „főpatakkal”, vagyis a Bozóti-kút—Vekeny-forrás-ággal időszakosan nem állanak közvetlen összeköttetésben, ui. vizük néha elapad, mielőtt az alantabb eredő vízfolyást elérné. Ezekén kívül külön vizsgáltuk a Tihanyi-félszigettől délnyugatra a Bozsai-öbölbe ömlő apró patakokat, melyek az Aszófői Séd és a Pécsely-patak közötti önálló lefolyású területen erednek (Romforrás, Kiskút I., Kiskút II. és azok vízrendszere).

A gyűjtőterület ismertetése

A gyűjtőhelyeket (1—94) az 1. ábra és a táblázat tünteti fel. A helyszínen mértük meg a vízhőmérsékletet, továbbá ott végeztünk néhány vízhozam meghatározást. A fiziográfiai és hidrográfiai viszonyokról LUKACSOVICS FERENC tanulmánya nyújt részletes képet (LUKACSOVICS 1958). Néhány idevágó kérdést azonban itt is meg kívánok tárgyalni.

Az Aszófői Séd teljes patakrendszerét a vizsgálatok során történt megfigyelések alapján a következő 8 részre (A, B, C, D, E, F, G, H) célszerű tagolni :

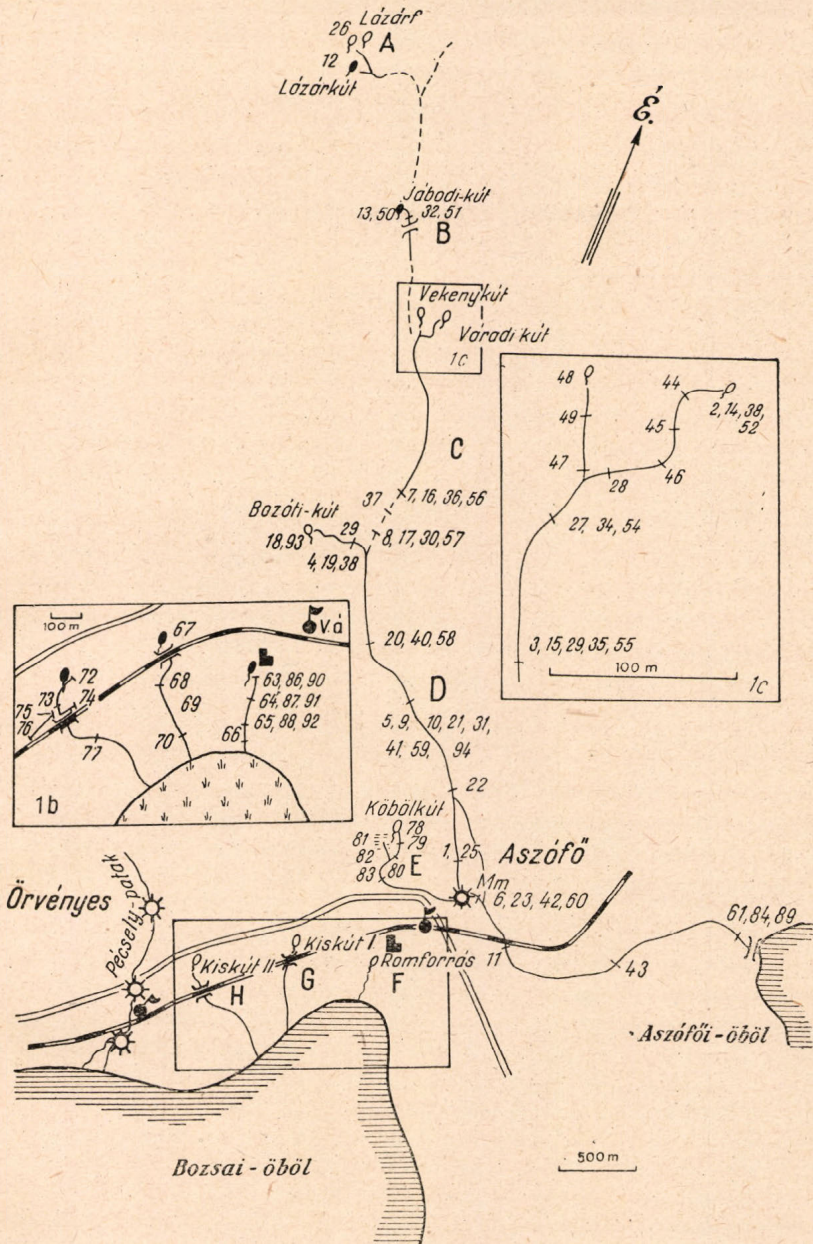
* A tihanyi intézet munkaközösségben végzett, „A Balatonba ömlő vizek fiziográfiai és biológiai vizsgálata II. Az Aszófői Séd” c. tanulmány részlete.

Magyarázat az 1. ábrához és a táblázathoz. A mintavételi helyek 1—94-ig.

1. Aszófő község, főpatak (Séd); 2. Váradi-kút (Sötétrét); 3. Csillárkás (Sötétrét); 4. Főpatak (Séd) a Tordaréten; 5. Katonafürdő; 6. Aszófői község határában a malom alatt; 7. Faiskola a Kasza-völgy bejárata előtt; 8. Kaszavölgy; 9. Katonafürdő; 10. Katonafürdő; 11. Vasúti híd alatt Aszófő határában; 12. Lázár-forrás; 13. Jábodi kút; 14. Váradi-kút; 15. Csillárkás (Sötétrét); 16. Faiskola; 17. Kaszavölgy; 18. Bozóti-kút, a Séd főforrása (főpatak forrása); 19. Tordaréti főpatak; 20. Pogányince (rákos hely); 21. Katonafürdő; 22. Átereszt Aszófő község felett; 23. Malom alatt Aszófő határában; 24. Hó a Csengő-hegy oldaláról a felszínről; 25. Hó ugyanonnan 5 cm mélyről; 26. Lázár-kút; 27. Cianoficeás a Sötétréten; 28. Ér a Sötétréten kékmoszattömegvegetáció nélkül; 29. Csillárkás a Sötétréten; 30. Kasza-völgy; 31. Katonafürdő; 32. Jábodi-kúti ág az országút felett; 33. Váradi-kút; 34. Cianoficeás; 35. Csillárkás; 36. Faiskola; 37. Erdő széle a bozótos eleje a Kasza-völgy bejáratában; 38. Tordaréti főág; 39. Forrás a Tordaréten; 40. Pogányince; 41. Katonafürdő; 42. Malom alatt Aszófő határában; 43. Nyilas rétek; 44. Váradi-kút ere a forrástól 20 m; 45. Ua. a forrástól 60 m-re; 46. Ua. a forrástól 120 m-re; 47. Vekenykút ere a forrástól 100 m-re a Váradi-kúti-ággal való egyesülés előtt; 48. Vekenykút a Sötétréten; 49. Vekenykút ere a forrástól 60 m; 50. Jábodi-kút; 51. Jábodi-kút ere az országút felett; 52. Váradi-kút a Sötétréten; 53. Sötétréti lápvíz; 54. Cianoficeás; 55. Csillárkás; 56. Faiskola; 57. Kasza-völgy; 58. Pogányince; 59. Katonafürdő; 60. Aszófő alatt; 61. Séd-torkolat; 62. Balatonvíz eróziós partról a tihanyi Remetebárlangok alatt; 63. Romforrás a Szöllősi Romnál Aszófő-Tihany v. á. alatt; 64. Romforrás ere a mohapárnák közepén, a forrástól 40 m; 65. Romforrás ere — Csillárkával, mohával és zsurlóval benőtt folt, a forrástól 60 m; 66. Csillárkás, zsurlós, szittyós rész, a Romforrástól 90 m, ezelőtt 10 m-re a patak szétterül a mocsáros réten; 67. Kiskút I.; 68. Kiskút I. patakja a forrástól 80 m-re *Sium* és szittyó között; 69. Májmhás rész Kiskút I.-forrástól 250 m-re; 70. Kiskút I.-forrástól kb. 300 m szétterülés előtt mocsaras réten; 71. Balatonvíz parti kövekről Biológia előtt (Tihany); 72. Kiskút II.; 73. Kiskút II.-ág mohapárnák között; 74. Mohás forráslap nádasban; 75. Kiskút II. patak a vasúti töltés felett; 76. Déli ág igen sekély vízben dús csillárkás; 77. Csillárkás a töltés alatt, torkolat felett 250 m; 78. Köbölkút forrás Aszófő ÉNy-i határában; 79. Kákás a Köbölkút alatt 10 m-re; 80. Köbölkút forrástól 50 m-re *Sium* között; 81. Lejtős forrásáprét Aszófő ÉNy-i határában; 82. *Sium*mal rendkívül dúsban benőtt gyűjtőcsatorna az aszófői láprét aljában; 83. A Köbölkúti-ág malomárka kertek között a község határában; 84. Séd-torkolat reggel 5 óraker, a meder kikotrása után; 85. Aszófő község a templom alatt reggel 5 óraker; 86. Romforrás reggel 5 óra; 87. Romforrás-patak mohapárnák közt reggel 5 óra; 88. Romforrás-patak csillárkás, reggel 5 óra; 89. Séd-torkolat mint 84, du. 4 óraker; 90. Romforrás du. 4 óraker; 91. Romforrás-patak, mint 87, du. 4 óraker; 92. Romforrás-patak mint 88, du. 4 óraker; 93. Bozótikút du. 5 óraker; 94. Katonafürdő du. 5 óraker.

Erklärung von Tabelle 1. (Sammelstellen 1—94) und Fig. 1.

1. Aszófő Dorf, Hauptbach; 2. Váradi-Kút Quelle; 3. Charawiese; 4. Hauptbach an der Tordarét-Wiese; 5. Katonafürdő-Bad; 6. Wie 1.; 7. Anfang von Kaszavölgy-Tal; 8. Kaszavölgy-Tal; 9. Wie 5.; 10. Wie 5.; 11. Wie 1.; 12. Lázár-Quelle; 13. Jábodi-kút-Quelle; 14. Wie 2.; 15. Wie 3.; 16. Wie 7.; 17. Wie 8.; 18. Bozóti-kút-Quelle; 19. Wie 4.; 20. Pogányince Sammelstelle; 21. Wie 5.; 22. Wie 1.; 23. Wie 1.; 24. Schnee am Csengő-hegy-Berg; 25. Wie 24.; 26. Wie 12.; 27. Cyanophyceen Massenvegetation an der Sötétrét-Wiese; 28. Rinnsal an der Sötétrét-Wiese; 29. Wie 3.; 30. Wie 8.; 31. Wie 5.; 32. Jábodi-Rinnsal über die Landstrasse; 33. Wie 2.; 34. Wie 27.; 35. Wie 3.; 36. Wie 7.; 37. Wie 7.; 38. Wie 4.; 39. Rinnsal an der Tordarét-Wiese; 40. Wie 20.; 41. Wie 5.; 42. Wie 1.; 43. Nyilas-rét-Wiese; 44. 20 m von 2.; 45. 60 m von 2.; 46. 120 m von 2.; 47. Rinnsal von Vekenykút-Quelle 100 m von der Quelle; 48. Vekenykút-Quelle; 49. Wie 47. 60 m von der Quelle; 50. Wie 13.; 51. Wie 13.; 52. Wie 2.; 53. Moorwasser an der Sötétrét-Wiese; 54. Wie 27.; 55. Wie 3.; 56. Wie 7.; 57. Wie 8.; 58. Wie 20.; 59. Wie 5.; 60. Wie 1.; 61. Bachmündung; 62. Balaton-Wasser; 63. Romforrás-Quelle; 64. Rinnsal von 63, zwischen Moospolster; 65. Chara im Rinnsal von 63.; 66. Rinnsal vom Romforrás-Quelle; 67. Kiskút I-Quelle; 68. Rinnsal von Kiskút I-Quelle; 69. Wie 68.; 70. Wie 68.; 71. Wie 62.; 72. Kiskút II-Quelle; 73. Rinnsal von Kiskút II-Quelle; 74., 75., 76. und 77. Wie 73.; 78. Köbölkút-Quelle; 79., 80., 81, 82. und 83. Rinnsal von Köbölkút-Quelle; 84. Bachmündung in der Nacht; 85. Wie 1. in der Nacht; 86. Romforrás-Quelle in der Nacht; 87. Romforrás-Rinnsal bei Nacht; 88. Wie 87.; 89. Bachmündung bei Tag; 90. Wie 63.; 91. und 92. Wie 64.; 93. Bozótikút-Quelle; 94. Wie 5. Vergleiche noch Fig. 1.



1. ábra. — Fig. 1

A) Lázár-kút, Lázár-forrás és a belőlük táplálkozó kis, gyorsfolyású forráscsermely, amely szántóföldek között folyva, kb. 100–150 m-es folyás után elapad.

B) Jábodi-kút (= Jaboda-forrás) és ennek kb. 200–300 m hosszú, rétek között folydogáló ere, mely lassanként szintén elapad, mesterséges beavatkozás következtében (öntözés), néha azonban közvetlenül csatlakozik a C) szakaszhoz, a Sötétréti-ághoz.

C) Az ún. Sötétréti-ág. Magán a Sötétréten több forrás fakad. Ezek közül részletesen vizsgáltuk a rét északkeleti, Szénafüggő-hegy felőli oldalán fakadó Várad-kút, továbbá az északnyugati oldalon fakadó Vekeny-kút vizét, a belőlük eredő forráscsermelyekkel. E források erei dús mohapárnák közt folynak kb. 100, ill. 140 m távolságon a lápos, szittyós réten, mesterségesen mélyített árokban. A források egyesülése alatt 100 m-es, rendkívül érdekes dús kékmoszat-tömegvegetációs szakasz, majd újabb kb. 100–150 m hosszú csillárkával (*Chara hispida*) dúsán, gyakran valósággal zátonyszerűen benőtt szakasz következik (KOL 1957, TAMÁS 1957). A patak vize e szakaszon kaszálók között folyik, ahol medrét időnként mesterségesen mélyítik, ami által a helyenként igen erősen lelassuló áramlás kissé meggyorsul. A csermely vize a csillárkás szakasz alatt enyhe lejtésű szántóföldek közé jut. Az egész patakszakaszt a középhegységi mészkőalzatú patakok jellemző növényasszociációja, a *Glycerioto-Sparganium neglecti* különböző fáiasei kísérik (KOVÁCS—FELFÖLDY 1958). A csermely folyása a Sötétrét alsó részén, a Faiskola környékén igen lelassul, és vize gyakran stagnáló jellegű. Lejjebb, a meredekebb lejtésű Kasza-völgybe jutva, az erecske egyszerre vígan csörgedező „hegyipatakocskává” alakul, majd a Tordaréten vagy közvetlenül beleömlik a főágba (D) vagy — különösen szárazabb időszakban — vize elvész a kasza-völgyi köves, kavicsos mederben. E szakasz összhossza kb. 800 m.

D) A Vekeny-patak („főpatak”, Aszófői Séd sensu stricto) a Bozóti-kút, Vekeny-forrás és Tordaréti-források táplálta ág, a tulajdonképpeni patak a Tordarétet elhagyva erdős völgyön keresztül folytatja útját. Erdei szakaszában (Pogány-pince, Katonafürdő) egészen olyan jellegű, mint a Pécsely-patak, a Szakadék-völgy felső részében. Ez állandó és bővízű, sebes folyású (11–60 l/sec), szemben a felső patakrészek (A, B, C) lassabban folydogáló, el-elapadó vizű (10–0 l/sec) szakaszaival. E patak Aszófő község területén egyesül a Kőbölkúti-ággal, majd a falu alatt réteken át (Nyilas-rétek) folyik a Balaton felé. A vizet itt is számos helyen öntözésre használják fel. Ezért kivételesen száraz időjárás esetén néha e patakrész vize is elapad — csak a legalsó szakaszon a Nyilas-réteken — és a meder kiszárad. Ilyenkor a torkolatnál a Balaton vízállásától függően csupán a tóból visszaáramló lápos, berkes víz található. E patak szakasz teljes hosszúsága mintegy 4 km.

E) A Kőbölkúti-ág az Aszófő község nyugati oldalán fakadó Kőbölkút bő forrásvizéből, továbbá a forrástól délnyugatra levő lejtős lápréteken felszivárgó vizekből táplálkozik. Hozama mintegy 10 l/sec. E patakág eredetileg a Szőlősi-rom mellett elfolyva, a Bozsai-öbölbe torkolt. Újabban azonban vizét malomárokkal mesterségesen duzzasztották és a községi malomnál a Vekeny-patakba vezették.

F) Az Aszófői Séd és a Pécsely-patak vízgyűjtőterülete között önállóan a Balatonba siető három kis patak (F, G, H) közül az elsőhöz legközelebb esik az Aszófő-Tihany vasútállomás alatt, a Szőlősi-romnál fakadó Romforrás, melynek vize eredetileg a Kőbölkúti-patak vizével egyesülve ömlött a Bozsai-

öbölbe. Ma a forrás vize (F) mintegy 100 m-es lefolyás után szétterül a kissé ingoványos réten és elvész a Balaton nádrengetégében.

G) A következő kis ér a Kiskút I. vize (G), mely a vasút feletti kis nádas forrásban (Kiskút I.) fakad. Az előbbinél valamivel hosszabb (kb. 270 m) lefutás után terül szét a lápon, a Romforrás vizéhez hasonlóan.

H) A harmadik kis patak a Kiskút II.-ből ered, mely a három utóbb említett kis csermely közül a legbővizűbb. A vízrendszere is ennek a legkiterjedtebb. A főág (nyugati ág) forrásától (Kiskút II.) a torkolatig a patak összes hosszúsága mintegy 600 m. Ha a vasúti töltés mentén felfakadó északi ágat (ennek hossza kb. 130 m) és a déli ágat (kb. 90 m) is hozzászámítjuk, a patak teljes vízrendszerének hossza több mint 800 m. Ebből kb. 500 m jut a vasúti töltéstől (ahol a három ág egyesül) a torkolatig terjedő szakaszra, és 300 m a három felső forrásérre (Ib ábra).

Az utóbb említett három kis patak (F, G, H) sok tekintetben hasonlít a C szakaszhoz (Sötétréti-ág). A források körül és a csermelyek felső részében a víz itt is gyakran dús lombosmoha-párnák közt csörgedezik, míg lejjebb májmosás, csillárlás, vízitormás majd szittyós és magassásos részek követik egymást, mígnem belevesznek a Bozsai-öblöt szegélyező nagy kiterjedésű nádasba.

*

A vizsgált patakon belül — SHELFORD (1913) nyomán — megkülönböztethetünk prae-eróziós, eróziós és alsó, lassú szakaszokat. A Sötétréten levő kékmősatos és csillárlás szakasz (C) prae-eróziós jellegűnek tekinthető, a D patakban a Nyilas-réteken folyó szakasz, valamint az F, G és H csermelyek legalsó, közvetlen torkolat előtti rövid néhány m-es szakasza alsó folyás jellegű. A többi patakszakasz leginkább eróziós jellegűnek minősíthető. (Vö. Lastochkin 1943.).

A patakszakaszok nagyrésze a gyors folyás, de elsősorban a hőmérséklet évi alakulása alapján, leginkább a pizstráng-régióhoz tartozik, elsősorban halászati biológiai szempontból (BREHM 1930, 69). Eme felfogásunkat az a tény is alátámasztja, hogy több környékbeli hasonló jellegű pataokban sikerrel telepítettek meg pizstrángot.

A patakrendszeren belül azonos típusú szakaszok különböztethetők meg. Ezek a kis földrajzi távolságok miatt (ILLIES 1955) várhatóan igen hasonló kémiai és valószínűleg hasonló biológiai viszonyokat tüntetnek fel. A vizsgált szakaszok tipizálásában fontos szerep jut a magasabbrendű növényzet mellett a GAMS (1955) szerint is jól felhasználható moháknak, továbbá a csillárka-féléknek, különféle alगतömegvegetációknak stb.

*

Methodika

A vízmintákat közel teljes analízisnek vetettük alá. A legtöbb alkatrész vizsgálata (O_2 , pH, szabad CO_2 , CO_3^{--} , HCO_3^- , SiO_3^{--} , Fe^{++} , Cl^- , NO_2^- , NH_4^+ , proteidammónia és oxigénfogyasztás) a MAUCHA-féle félmikro módszerekkel (MAUCHA 1945) történt. A K^+ és Na^+ -ot lángfotometriás úton határoztuk meg. A Ca^{++} , Mg^{++} és az összeskeménység (ÖK) meghatározására a CSAJÁGHY—TOLNAY-féle módszert (CSAJÁGHY—TOLNAY 1952), a SO_4^{--} -ra a WINKLER-féle időmódszert alkalmaztuk. A PO_4^{--} , Al^{+++} és

NO_3^- meghatározása az általam módosított módszerekkel (ENTZ 1957, 1958) történt.

A vízmintákat általában délelőtt és kora délután, 10 és 15 óra között merítettük. Kivételt képeznek az utolsó vízminták, melyek közül a **84–88.** mintákat hajnalban, csaknem teljes éjszakai sötétségben (5 óra), míg a **89–94.** mintákat napnyugta előtt, a délutáni órákban (16–17 óra) merítettük.

A vízmintákat 250 ml térfogatú esiszoldtdugós üvegekbe gyűjtöttük és a feldolgozást a gyűjtést követően a lehető legrövidebb időn belül végeztük el. Általában az O_2 , CO_2 , pH, ÖK, Ca^{++} , NO_2^- és oxigénfogyasztási vizsgálatokat 24 órán belül, a többi vizsgálatot 2–3 napon belül fejeztük be.

Különösen részletesen tanulmányoztuk a hőmérsékleti, oxigéntelítettség, pH, szabadszénsav, HCO_3^- és Ca^{++} viszonyokat, hogy az asszimilációs és disszimilációs életfolyamatok, valamint a patak kémiai viszonyai közötti kapcsolatokat közelebbről megismerjük.

LENZ már 1930-ban rámutatott arra, hogy édesvíz-kutatásokban első-sorban az a törekvés nyilvánul meg, hogy az élőhelyek és életközösségek kölcsönös funkcionális függőségét felismerjük és ezen az alapon a vizek általános alkalmazható tipológiáját kidolgozzuk. A geológiai-földrajzi, fizikai-kémiai és biológiai vizsgálatok segédeszközei és előmunkálatai ennek a szintézisnek (LENZ 1930, 2).

Ez az elv ma is követendő. Vizsgálatainkat mi is hasonló elgondolások alapján végeztük.

Az édesvízű folyóvizeket illetően az utóbbi években számos hasonló témájú dolgozat látott napvilágot. A szerzők részint nagyobb folyóvizekkel foglalkoznak (BERG 1943, CZENSNY 1957, KÜHL és MANN 1957, NIETZKE 1938, SCHMIDT-RIES 1957), és igyekeznek a folyók általános kémiai és biológiai jellegzetességeit megismerni, miközben különösen a zavarosság, szennyezettség, az oxigénviszonyok valamint a torkolati hatások kérdését taglalják egy-egy szakaszra, vagy az egész folyóra kiterjedően, egy alkalommal, vagy több évszakon át végzett adatgyűjtéseik alapján. Mások kisebb patakokkal foglalkoznak ugyan (ILLIES 1955, RIGLER 1930, HÖLL 1955), azonban tanulmányaikban e vizek élővilága és kemizmusa közötti kölcsönös hatásokra nem térnek ki részletesen. Két amerikai szerző (ODUM 1957 és SLOAN 1956) foglalkozik leginkább a mienkhez hasonló problémákkal: rendkívül alapos dolgozataikban nagy víztömeget a felszínre hozó szubtrópusi források és azok forrásfolyói kémiai és biológiai viszonyait mutatják be. A pécseley-pataki tanulmányon kívül (ENTZ et al. 1955) az Aszófői Sédhez és a vízrendszeréhez tartozó patakokhoz hasonló *kis* vizekkel foglalkozó, fentebb említett irányú és célkitűzésű tanulmányokat a számomra elérhető irodalomban nem találtam.

Hőmérsékleti viszonyok

A források hőmérséklete 9,5–15,5 °C között ingadozott. Szembetűnő, hogy a források hőmérsékletében az évszakok hatása bizonyos eltolódással jelentkezik. A legalacsonyabb hőmérsékletet márciusban, közepesen júliusban, a legmagasabbat szeptember–novemberben mértük. Így például a Váradikút (Sötétrét) hőmérséklete márciusban 9,5 °C, júliusban 11,0 °C volt, míg szeptember végén elérte a 12–13 °C-ot. Ez a jelenség megnyilvánulásában és hatásaiban emlékeztet a tavak és tengerek hóháztartásában

megfigyelhető hasonló évszakeltolódásra (melegvíz, illetőleg hidegvíz időszaka, ennek biológiai hatásai). A sötétréti források elég jelentős hőmérsékleti ingadozása arra utal, hogy ezek a vizek nem mélyről fakadnak, és így valószínűleg a felszínre jutó talajvíznek tekinthetők. A többi forrás vize évszakosan is csak kis hőingadozásokat mutatott.

A források hőmérsékleti és kémiai viszonyok szempontjából kiegyensúlyozott, többé-kevésbé állandó jellegű élőhelyek. A nagyobb vízhozamú forrásokban a konstans jelleg természetesen jobban kidomborodik, ezért a kiegyensúlyozott viszonyok is hosszabb ideig, vagyis a forráspatak mind hosszabb szakaszán érvényesülnek. Nagy, „folyószerű” források, ODUM szerint kitűnő alkalmat nyújtanak arra, hogy egy teljes életközösséget, meghatározott (\pm állandó) külső körülmények között vizsgáljunk. E források valóságos természetes biológiai laboratóriumoknak tekinthetők (ODUM 1957). Bár olyan konstans viszonyokkal (hőmérséklet, vízkemizmus stb.), mint az ODUM által feldolgozott Silver Springs és a SLOAN által feldolgozott Homosassa Springs (SLOAN 1956) forrásaiban vizsgálataink során megközelítőleg sem találkoztunk, mégis a források és a belőlük közvetlenül táplálkozó forráscsermelyek kisebb méreteik ellenére számos hasonló jellegű vizsgálat és terepkísérlet végrehatására nyújtanak megfelelő lehetőséget.

Míg a források és forráserek egyenletes viszonyaikkal tűnnek ki, az ezek folytatásában levő patakok már gyakran nem nagy távolságon igen szélsőséges viszonyokat tüntetnek fel.

A legerősebb hőmérsékleti ingadozás a lassú folyású, vagy szinte áramlásmentes szakaszokon volt megfigyelhető. Így a sötétréti csillárcásban nap-sütötte meleg nyári napon 26,5, a Faiskolánál csaknem teljesen stagnáló vízben 29,0 C°-ot is mértünk. Erdős területen a lombzat mérséklő, szinte kiegyenlítő hatása erősen megnyilvánul. Így a Pogány-pince és a Katona-fürdő gyűjtőhelyeken tavasszal 10–16 igen meleg nyári napon 16–19,5, ősszel 13–15 és februárban 9 C°-ot mértünk.

A bővebb vízhozam és a nagyobb áramlási sebesség csökkenti a külső környezeti tényezőknek a víz hőmérsékletére gyakorolt hatását.

Oxigénviszonyok

Források. Ismeretes, hogy a források vize a talajban lejátszódó életfolyamatok következtében szegény oldott oxigénben és relatíve gazdag szabad szénsavban (vö. RUTNER 1940 és GROTE 1956). THIENEMANNnak a holsteini forrásokban végzett tanulmányai szerint a vizsgált források oxigéntelítettsége szintén mindig alacsony volt (3,6–44%) (THIENEMANN 1950, 93). Az oldott oxigén mennyisége legtöbbször jellemző az egyes forrásokra és egész éven át csaknem állandó (SLOAN 1956).

A vizsgált vízrendszerben található források vize — hasonlóan a Pécsely-patak forrásaihoz (ENTZ et al. 1955) — sohasem volt telítve oxigénnel. A telítettség 28 és 92% között, zömmel azonban 30–70% között ingadozott. A Váradikút magas értéke (83,2%, 1953 március) valószínűleg azzal magyarázható, hogy e mintavétel nem közvetlenül a kútból, hanem a forrás közvetlen közelében, a kifolyó eréből történt. A Jábodikút még kiugróbb értékét

(92,1%, 1953 július) valószínűleg az okozhatta, hogy az igen kis vízhozam következtében mutatkozó lassú kifolyás és a kútban magában található növényzet miatt a víz csaknem stagnált.

Forráserek, patakok. A nyílt, napsütötte területeken (rétek, pl. Jábodidűlő, Sötétrét, Tordarét, Aszófő körüli kertek és kaszálók stb.) csordogáló forrásokban a víz oxigéntelítettsége rohamosan emelkedik. Ezzel kapcsolatban a következőket kell megjegyeznünk. THIENEMANN kimutatta, hogy a forrásokban már néhány méteres folyás után 50–70%-os oxigéntelítettség következhet be (THIENEMANN 1950, 93). Maga a patak olyan biotóp, melyben magas — és pedig fiziológiailag magas — az oxigéntartalom és relatíve alacsony a hőmérséklet (THIENEMANN 1950, 80). Általánosan ismert, hogy a vízben oldott oxigén túlnyomórészt a légköri levegőből származik (LINDRÖTH 1957). A források oxigénben szegényebb vizének oxigénnel való telítődése elsősorban diffúzió révén megy végbe. A diffúzió sebessége annál nagyobb, minél nagyobb a telítettség hiánya (telítetlenség) az egyik fázisban. A diffúzió nappal kevésbé aktív, minthogy a növényi szervezeteket tartalmazó élő vizekben ekkor az O_2 tenzió magasabb (PHELPS 1944, ODUM 1957).

Az oxigénviszonyok végső kialakulásában az a döntő, hogy milyen az adott vízben a disszimilációs és asszimilációs folyamatok mértéke. SCHMASSMANN szerint :

1. A poliszaprób vizekben az O_2 háztartást disszimilációs folyamatok befolyásolják, amikor maximális oxigéntelítettség éjjel, minimális szennyezés idején lép fel. E vizekben az NH_4^+ tartalom ≥ 2 mg/l.

2. Az α -mezozaprób vizekben az oxigénháztartást disszimilációs és asszimilációs folyamatok közösen szabályozzák. Itt az NH_4^+ tartalom $\geq 0,1$ mg/l.

3. A β -mezozaprób vizekben az oxigénháztartást döntően az asszimiláció befolyásolja, így maximális oxigéntelítettség nappal, minimális pedig éjjel lép fel. Ha e vizekben az O_2 amplitúdó nagyobb, mint 50%, ez a víz a 31-es altípusba tartozik, ha viszont kisebb, mint 50%, a víz a 32-es altípusba tartozik. Az NH_4^+ mennyisége mindkét altípusban $\leq 0,1$ mg/l.

4. Oligozapróbak azok a vizek, melyeknek kifejezett oxigénperiódusuk nincsen, vagy ha van, ez abiogén okokon alapul. Itt az NH_4^+ tartalom $\leq 0,1$ mg/l (SCHMASSMANN 1951, 308).

Ugyancsak SCHMASSMANN munkájából tudjuk, hogy a természetes vizek oxigéntípusa ugyan néha változik, gyakran azonban napokig, hónapokig, sőt évekig is azonos marad.

A fentieket összevetve táblázatunk adataival, világosan kitűnik, hogy az Aszófői Séd patakrendszere az egész vizsgálati idő alatt a SCHMASSMANN-féle β -mezozaprób típusba volt sorolható. E típuson belül a sötétréti csillárkás szakasz (C) a kékoszatos résztől a Kasza-völgy előtti Faiskoláig a 31-es, az összes többi patakszakasz viszont a 32-es altípusba tartozott. A víz oxigéntelítettségét a patakban élő szervezetek asszimilációja és légzése mellett a fenéküledékben levő autochton és allochton eredetű szervesanyag korhadásabomlása szabályozzák.

Mint említettük, a forrásokban és patakokban, a forrásoktól távolodva, az oxigéntelítettség egyre emelkedik. A telítettség elérheti, sőt meg is haladhatja a 100%-ot.

LINDRÖTH vizsgálataiból tudjuk, hogy az oxigéntelítettség növekedésének, illetőleg az oxigéntúltelítettség bekövetkezésének abiotikus és biotikus

okai lehetnek. Ezeket LINDROTH a következő négy csoportba foglalja össze (LINDROTH 1957, 589):

1. Magasabb atmoszférikus nyomáson bekövetkező telítés után előálló nyomáscsökkenés (pl. 75 mm légnomástöbblet = 1 m-es vízszlop nyomása, 10%-os) tútelítettséget okoz.

2. A hőmérséklet 4–5 C°-kal való emelkedése kb. 10%-os tútelítettséget idéz elő.

3. Tútelítettség akkor is előállhat, ha különböző hőfokú, oxigénre telített víztömegek összekeverednek (kisfokú tútelítettség).

4. Oly gázkeverékkel való érintkezés esetén, mely magasabb %-ban tartalmaz oxigént, mint a vízben oldott levegő. Ez az eset főként az aszimilációs folyamatoknál következik be és tekintélyes tútelítettségre vezethet. Ez a biogén tútelítettség.

WELCH nyomán mint ötödik, az oxigéntelítettségre ható tényezőt, a mederalkatot is fel kell említenünk (WELCH 1953).

A biogén tútelítettség igen magas értékeket érhet el, aminek az a magyarázata, hogy a vízben oldott levegő esetében a 100%-os fizikai telítettségnek 160 mm-es O₂ és 600 mm-es N₂ nyomás felel meg. Ebből viszont következik, hogy buborékkiválás 475%-os O₂ telítettség vagy 125%-os N₂ tútelítettség esetén következik csupán be (limnológiai telítettség). Biogén tútelítettség főként nappal, napsütésben, meleg időben áll elő (EBELING 1954, 84).

Ismeretes, hogy mérsékelt folyási sebesség mellett könnyen jöhet létre 110–119%-os tútelítettség, mely gyors folyás mellett hamarosan lecsökken mintegy 104%-ra (NIETZKE 1938, 14).

A vizsgálatunk tárgyát képező csörgedező apró ercskében, patakokban a sekély és folyton keveredő, kavargó patakvíz, térfogatához képest nagy felületen érintkezik a légköri levegővel. Ezáltal a víz oxigéntelítettsége hamarosan, sokszor már az 50–100 m távolságban eléri, vagy túl is haladja a 100%-ot. Vízi növényzetben szegény helyeken, különösen erdőborította területeken (pl. Kasza-völgy, Pogány-pince, Katonafürdő) azonban — részben talán a sok korhadó szervesanyag (belehullott falevelek, gallyak stb.) következtében — a víz oxigéntelítettsége általában csupán 90–100% között ingadozik, annak ellenére, hogy e szakaszon gyakoriak az apró sellők és vízeselek és a víz áramlási sebessége is olyan, hogy 110–115%-os telítettség könnyen előállhatna.

Aránylag szegény oxigénben a Séd torkolata is, ahol a nádasban szétterülő mocsaras lapályon erősen lecsökkenhet az oxigéntelítettség (pl. 1955. szept. 29-én 57%).

A patak medrét a torkolatban időnként szabályozzák. Ekkor vize a kiásott mederben töltések között haladva közvetlenül betorkollik a Balatonba, az Aszófői-öbölbe. Ilyenkor a víz oxigéntelítettsége is magas (pl. 1958. február 26-án 117%) és a kaszálók közt folyó forráserek értékeivel megközelítőleg egyezik.

Érdekes összehasonlítást tehetünk az oxigéntelítettség szempontjából, ha összehasonlítunk azonos időpontból származó éjszakai és nappali adatokat (táblázat 84–88. és 89–94). Éjjel 10, sőt 25%-kal alacsonyabb telítettségi értékeket kaptunk, mint nappal (1958. február 26-án). Tekintettel arra, hogy a vizsgált vizekben semmiféle lényeges oxigénvonó szennyezés (pl. ipari szennyvíz) nem kell számítanunk, a mért különbségek döntően a növényzet asszimilációs tevékenységére vezethetők vissza. Az is kitűnik

ezekből az adatokból, hogy a növényzetnek jelentős szerepe van a patak oxigénháztartásában és a kémiai viszonyok kialakításában.

A növényzet hatásának tanulmányozásánál hasonló megállapításra jutottunk, mint a külső tényezők vizsgálatánál. Minél kisebb valamely víz hozama és minél kisebb a sebessége, a növényzet hatása a víz kemizmusára annál erősebb. Mind a külső tényezők, mind a növényzet hatása maximálisan állóvizekben, és pedig kis víztömegekben érvényesülhet. Így természetesen ez utóbbiakban találjuk a legszélsőségesebb viszonyokat. Akkor azonban, amikor a vízi növényzetnek az élő vízre gyakorolt hatását kívánjuk vizsgálni, a folyóvizek, elsősorban a patakvizek hidrobiológiai kísérletek beállítására kitűnő objektumoknak bizonyulnak. Különösen alkalmasak ilyen irányú vizsgálatokra a nem szennyezett kis patakok. Ezekben a dús vegetáció következtében valósággal hatványozott gyorsasággal játszódnak le azok a folyamatok, melyeknek az étellel, az életmegnyilvánulásokkal való kapcsolatát keressük, és emellett e kísérletek a többé-kevésbé egyenletes vízutánpótlás következtében egymás után többször is megismételhetők.

Az oxigénviszonyok kialakításában a vízinövényzet fontos szerepet játszik (pl. *Sium*-gyepek, lombos és májmohapárnák, csillárka, kovamoszat és kékmosszattömegvegetációk stb.).

Így például 1954 őszén a Sötétréten végzett gyűjtések alkalmával (táblázat 33—37 és 44—49) kitűnt, hogy a Váradi-kút és a Vekeny-kút érében a forrástól az oxigéntelítettség az alábbiak szerint változik:

	Forrás	20 m	60 m	100 m	120 m
Váradi-kút	6.8 (64)	9.4 (89)	9.7 (94)		10.10 (99)
Vekeny-kút	4.2 (39)	—	9.7 (97)	11.3 (115%)	—

Itt a számok az oldott oxigén mennyiségét fejezik ki mg/l-ben, míg a zárójeles értékek a telítettségi %-ok.

A vázolt telítődési folyamatban természetesen fizikai tényezők is szerepet játszanak (diffúzió), bár a telítettség növekedésével fordított arányban, vagyis egyre csökkenő mértékben (vö. ODUM 1957, PHELPS 1944).

A C szakasz mentén továbbhaladva, a Váradi-kúti-ág és a Vekeny-kúti ág egyesülése utáni rendkívül dús kékmosszat tömegvegetációban az oxigéntelítettség tovább emelkedik (11,11 mg/l, 110%). A kékmosszatos szakasz alatt a csillárka tömegvegetációban az oxigéntelítettség tovább fokozódik (14,4 mg/l, 144%), és közel ilyen magas szinten marad egészen a Faiskoláig, a napsütötte rétség végéig (14,3 mg/l, 139%). Az oxigéntelítettségnek ilyen arányú növekedése kizárólag biogén okokra vezethető vissza.

A Faiskola utáni típusos eróziós szakaszban, a Kasza-völgyben a patak folyása meggyorsul, és az eddigi iszapos medret kavicsos, köves meder váltja fel, a hőmérséklet csökken. A csermelyben apró vízesések szakítják meg a sima víztükröt. Mindezek a tényezők közvetlenül csökkentik az oxigéntelítettséget (LINDROTH 1957, NIETZKE 1938, WELCH 1952). Ezeken kívül az árnyas-erdős környezetben az alगतömegvegetáció elmarad, így hirtelen lecsökken a fotoszintetikus tevékenység is. Viszont a patakba hullott levelek, ágacsok korhadása szaporítja a disszimilációs folyamatokat, melyek mind oxigént vonnak el. Mindezek érthetővé teszik, hogy a Kasza-völgyben a

Faiskolánál mért 14,3 mg/l oxigéntartalom (139%-os oxigéntelítettség) 7,7 mg/l-re (73%) csökken. Ez annál plauzibilisabb, mert a csörgedező erecske vízhozama igen csekély, alig 0,2–0,3 l/sec, sőt a Kasza-völgy végéig, alig 100 m-es szakaszon, még gyakran ez a vízmennyiség is teljesen elapad — bizonyára földalatti elszívargás következtében.

Ugyanakkor a főpataokban (Dszakasz, **38—41.** minták) az erdős egyenletes vízfolyású szakaszon, melyben összefüggő tömegvegetáció sehol sem volt megfigyelhető, egyenletes oxigénviszonyok uralkodtak a Tordaréttől egészen Aszófő község határáig (9,3–10,9 mg/l O₂, 91–108%-os telítettség). Az erdős környezet kiegyenlítő hatásáról az irodalomban is ismeretes adatok (HÖLL 1955, 371).

A fenti adatokat 1954. szeptember 27–28-i napos időben végzett gyűjtések alkalmával nyertük, amikor a források és az egyes patakszakaszok hőmérséklete között (12,5–16 °C) lényeges eltérések nem voltak. Egy évvel később, azonos időpontban (1955. szeptember 28) hasonló hőmérséklet mellett, de borús időben végzett vizsgálat alkalmával a főpatak erdős szakaszán (táblázat **52—61**) az előbbiekkal teljesen analóg eredményeket kaptunk, csupán a telítettségi adatok abszolút értéke volt kisebb. Ekkor a maximális érték a csillárkásban csupán 10,8 mg/l O₂ volt (106%). Ugyanakkor viszont a Kasza-völgyben nem csökkent le az oldott oxigén mennyisége annyira, mint napsütéses napokon, tehát a viszonyok általában kiegyenlítettebbek voltak (táblázat **27—30** és **52—61**).

Ezzel szemben forró, napsütéses nyári napon a telítettségi értékek a csillárkásban és a Faiskolánál sokkal magasabbra emelkedtek (189–212%). A vízben oldott oxigén abszolút mennyisége szintén több volt, mint a napsütéses szeptemberi napon (15,2–16,2 mg/l), bár e különbség nem volt annyira kifejezett, mint a magas telítettségi %-ok, melyek viszont a magas hőmérséklettel magyarázhatók. Ugyanis — amint már említettük — ekkor a víz hőmérséklete elérte a 26 °C-ot, sőt helyenként a 29 °C-ot is (táblázat **14—17**).

Teljesen hasonló jelenségek voltak észlelhetők az Aszófő-Tihany vasútállomás alatt a Szöllősi-romnál fakadó Romforrás erében (F) és a többi kis pataokban (G és H) is. Az oxigéntelítettség a kezdeti 30–60%-ról alig 100–200 m-es lefutás után 100–115%-ra emelkedett.

pH, szabad CO₂ és CO₃⁻ - tartalom

A vizsgált patakrendszerben a hidrogénionkoncentráció messzemenően a szabad szénsavtartalom függvénye (KLUT—OLSZEWSKI 1945, 50). A források pH-ja általában gyengén lúgos, bár néhány közel semleges kémhatásút is megfigyeltünk. A pataokban a pH értéke növekszik. A forrásokban mért pH értékek általában 7,3–7,4 között ingadoztak. Csupán a Pécselyi-medence felső peremén a dolomitplató lábánál, valamint a pannóniai abráziós szintek mentén (CHOLNOKY 1918, 68) fakadó forrásokban mértünk ezeknél alacsonyabb értékeket (Lázár-kút 6,98, Lázár-forrás 7,08, illetőleg Romforrás 7,06 és Kiskút I. 7,04). A legalacsonyabb adataink a Jábodi-dűlőről gyűjtött olvadó hóból származtak (6,6 és 6,45 pH). A Váradi-kútból (**2**), illetőleg a Jábodi-kútból származó (**13**) magas adatok (7,96, ill. 7,80) bizonyára ugyanazokra az okokra vezethetők vissza, mint e minták magas oxigéntartalma.

A forrásokban az alacsony pH értékek magas szabad CO₂ értékekkel párosultak (140, sőt 190 mg/l). Véleményem szerint ezek olyan magas értékek, hogy csupán a talajban lejátszódó életfolyamatokkal (GROTE 1956, 30) nem

magyarázhatók. Itt valószínűleg vulkánikus utóműködés (vö. CHOLNOKY 1918, 281) játszik szerepet, bár kisebb mértékben, mint a balaton-környéki híres „savanyúvizek”-ben. Érdeemes megemlíteni, hogy az Aszófi Séd vízgyűjtő-területével határos Pécsely-patak vízgyűjtő-területén a mért legmagasabb CO_2 érték csupán 31,7 mg/l volt (ENTZ et al. 1955).

A magas parciális nyomás következtében a szabad CO_2 tartalom a forrásokban egészen hirtelen lecsökken (GROTE 1956, 31). Minthogy a levegőben a CO_2 parciális nyomása igen kicsi (0,04%), nagyobb mennyiségű szabad szén-sav jelenléte a természetes élővizekben csak bizonyos körülmények között lehetséges. Ezek a feltételek BARTH szerint a következők: 1. Gyors folyású patakok, ahol a CO_2 egyensúly a levegővel gyorsan beáll; 2. Lápos helyek; 3. Tavak partja; 4. Tavak mélye (BARTH 1954, 34).

Valóban, olyan helyeken, ahol a patak folyása lelassul, a szabad széndioxid fokozatosan eltűnik a vízből, sőt helyette néha CO_3^{--} -ok jelenléte is kimutatható (táblázat 76–84).

Lehetséges, hogy csak matematikai érdekesség, de talán érdemes fel- említenünk, hogy a forrásokban, valamint az egyes patakszakaszokban az oldott oxigén telítettségi %-ának és a kimutatható szabad CO_2 mg/l értékének számszerű összege \pm állandó és legtöbbször 100–110 körüli szám.

A szabad szén-sav csökkenésével egyidejűleg a patakokban a pH értéke növekszik. A pH napsütötte, vízinnövényzetben szegény szakaszokon 7,7–8,1 között ingadozik. A patakokban a legmagasabb értéket a Faiskolánál mértük (8,3). A táblázatban szereplő legmagasabb értékek (62 és 71) a Balatonból származnak (8,33, ill. 8,42). Megállapítható tehát, hogy a patakrendszerben mért CO_2 és pH értékek — egyes források kivételével — közel azonosak a pécsely-pataki adatokkal.

Amint a táblázatból kitűnik, karbonátion a patakrendszerben általában csak igen kis mennyiségben és csak a vegetáció hatására keletkezik. Egy esetben volt csak nagyobb mennyiségben (16,32 mg/l CO_3^{--}) kimutatható a Faiskolától származó vízmintában, csaknem stagnáló vízben, bizonyára a dús vegetáció hatására.

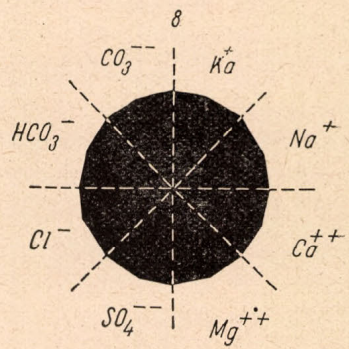
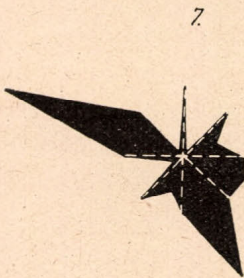
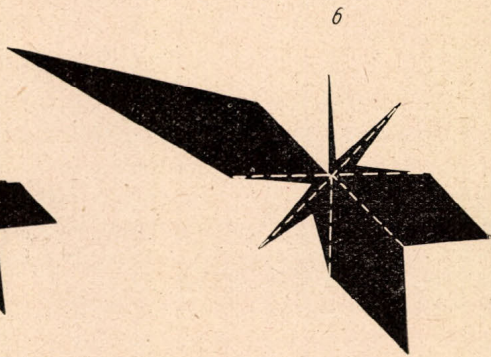
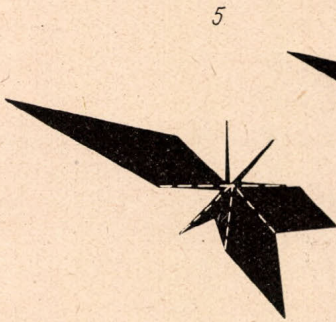
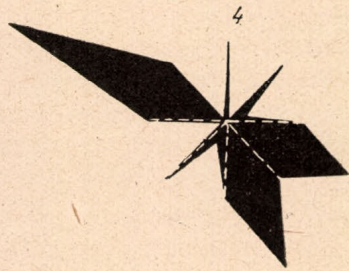
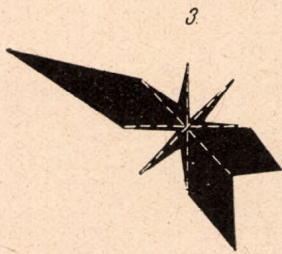
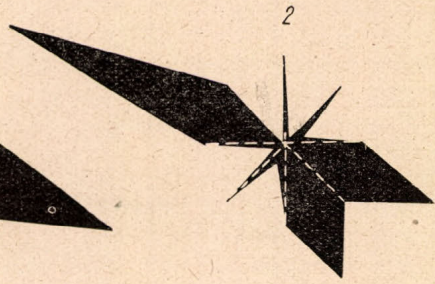
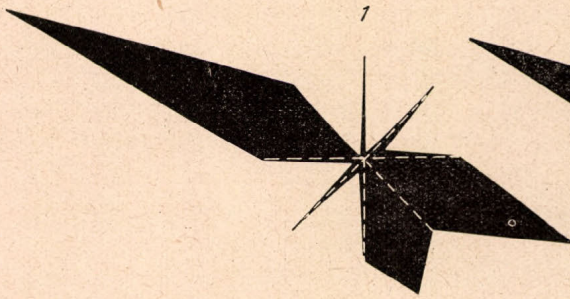
Ca⁺⁺ és HCO₃⁻

A természetes vizekben oldott ásványi anyagok elsősorban az alap- közettől függenek, melyből a vizek fakadnak (THIENEMANN 1950, 80). Mint- hogy a források mészkőből, vagy magas mésztartalmú dolomitos és márgás kőzetekből fakadnak, a mésztartalom mindig magas, és így a vizek Ca⁺⁺ szempontból a poli-típusba tartoznak (NAUMANN 1932, OHLE 1937).

MAUCHA osztályozása szerint a patakot tápláló forrásvizek a β -limno- típusba tartozó jellegzetes HCO₃⁻-Ca⁺⁺-os vizek (MAUCHA 1949, 230a), melyek lefolyásuk mentén többé-kevésbé HCO₃⁻-Ca⁺⁺-Mg⁺⁺-os vizekké alakulnak (2. ábra). Ugyancsak MAUCHA szerint a hasznosítható széndioxid

2. ábra. Az Aszófi Séd kemizmusának változása a forrástól a torkolatig, a MAUCHA-féle csillagdiagrammokkal ábrázolva. 1. Lázárkút; 2. Váradikút; 3. Faiskola; 4. Pogány- pince; 5. Sédút; 6. Romforrás; 7. Balaton; 8. Alapdiagramm.

Fig. 2. Die Veränderungen im Chemismus des Aszófi Séd-Baches in Diagrammen nach MAUCHA dargestellt. 1. Lázárkút-Quelle; 2. Váradikút-Quelle; 3. Sammelstelle Faiskola; 4. Sammelstelle Pogány-pince; 5. Bachmündung; 6. Romkút-Quelle; 7. Balaton; 8. Grunddiagramm.



alapján értékelve a vizeket, azokat kivétel nélkül eutrófaknak tekinthetjük. Ugyanis az R^2 érték — vagyis a MAUCHA-féle csillagdiagrammok sugarának négyzete — minden esetben nagyobb 2-nél, sőt legtöbbször 3-nál is (MAUCHA 1949, 234). Egyes források esetében ez az érték még a 7-et is meghaladta.

PEARSALL (1921) a vizeket a $K + Na : Ca + Mg$ arány abszolút nagysága alapján csoportosítja. Ha az aránymutató magas, a vizet szegénynek, ha alacsony értékű, gazdagnak tekinti. Eszerint az Aszófői Séd vízrendszere az arány alacsonysága miatt ($K + Na : Ca + Mg = 0,1$) is a gazdag vizek közé sorolható.

A Ca^{++} tartalomnak igen nagy jelentősége van a vizek elsődleges termelése szempontjából, mert a Ca^{++} nélkül a víz CO_2 készlete gyakorlatilag teljes egészében kidiffundálna a vízből. A Ca^{++} ionok a szénsavat $Ca(HCO_3)_2$ alakban oldott formában visszatartják, és így az asszimilációhoz és a vízi élethez általában nélkülözhetetlen szénat biztosítják. A HCO_3^- ugyanis a légköri levegővel való érintkezés során közvetlenül már nem diffundál ki a vízből (GROTE 1956, 31). A vizsgált vizekben az asszimiláció szempontjából hasznosítható CO_2 tartalom mindig magasán 0,009% felett van, ami az asszimiláció lehetőségét messzemenően biztosítja (vö. BARTH 1957, 47).

A forrásokban mindig magas Ca^{++} és HCO_3^- tartalommal találkozunk. Legmagasabb volt a Pécselyi-medence északi peremén fakadó Lázárforrás Ca^{++} és HCO_3^- tartalma (106,7 mg/l Ca^{++} és 572 mg/l HCO_3^-). Általában a források Ca^{++} tartalma 70–90 mg/l, míg HCO_3^- tartalma 440–460 mg/l között ingadozott. Kivételesen alacsony volt igen forró nyári napon a napsütötte lapályon fakadó Váradi-kút HCO_3^- tartalma (384 mg/l), míg ugyanekkor (1953. július 22-én) az erdős hegyoldal északi lejtőjén feltörő Bozóti-kút vizének HCO_3^- tartalma igen magas volt (554 mg/l). Kora tavasszal viszont a Váradi-kút vizében szintén magas volt a hidrokarbonáttartalom (492 mg/l).

A forráserekben és patakokban a szabad CO_2 csökkenésével párhuzamosan általában csökken a Ca^{++} és HCO_3^- is. E jelenségnek egyrészt fizikai magyarázata van (MAUCHA 1930), másrészt viszont ez a növényzet élettevékenységének a következménye. A megfigyelések szerint olyan helyen, ahol a szabad (agresszív) szénsav mennyisége a folyás mentén lefelé haladva bizonyos értékhatár alá csökken, mészkinkrusztációk jelennek meg. Ezek kezdetben gyakran borsó, dió, vagy esetleg még nagyobb gömbölyded képletekként jelentkeznek (pl. a Vekeny-kúti-ág a Sötétréten és a Kiskút II. patakja). Máshol — különösen mohapárnákban — a kiválótt mész szivacszerű dermedt tömeg (pl. a sötétréti forráserek mohapárnái, a Romforrás erének mohapárnái stb.). Erdőkben a lehullott faleveleket, ágakat borítja be mészkéreg, néha szinte leheletfőnnyel bevonattal, máskor több mm vastag szilárd burokkal, míg máshol a mederfenéken válik ki rétegszerűen a mésztufa (Pogány-pince, Kasza-völgy, Katonafürdő vöröses mészbevonata stb.). Mint érdekességet említhetjük meg, hogy ezen a környéken gyakran szép *Astacus fluviatilis* példányok kerültek elő, melyek páncéljának eredetileg gyakran kék vagy szürke színe az azt beborító mészkinkrusztáció következtében vörösesbarna árnyalatú volt.

Olyan helyeken, ahol a szabad CO_2 tartalom még tovább csökken, gyakran iszapszerű, laza a kiválótt mész, amely megjelenésében igen hasonlít a balatoni iszaphoz.

Maga a mészkiválás anorganikus folyamat. Előidézésében azonban a növényi asszimiláció szénsavelvonása játszik döntő szerepet. Ezért e folyama-

tot biogén mészkiválásnak (biogene Entkalkung) nevezzük, mely arányos mértékben párosul oxigéntermeléssel.

A biogén mészkiválás kis vízben gyorsan következik be. SCHMASSMANN szerint álló vizekben az eredeti mésztartalomhoz viszonyítva, a biogén mészkiválás során 25%-os csökkenés következhetik be (SCHMASSMANN 1951). Az Aszófői Sédben végzett vizsgálatok szerint a mésztartalom itt is rendszeren 10–20%-os csökkenést mutat csupán, bár egyes szakaszokban ennél nagyobb is lehet. A C és H szakaszon például 26, sőt 37%-os Ca^{++} csökkenést is megállapítottunk.

Általában az édesvizekben a biogén mészkiválásban egyaránt szerepet játszanak a legkülönbözőbb növénycsoportok tagjai, így a baktériumok, kéalgák, valódi algák, nyálkagombák, gombák, mohák és edényes növények, melyek közül PIA szerint a kéalgák játsszák a legfontosabb szerepet (BARTH 1957, ENTZ et al. 1955, GROTE 1956, PIA 1934).

Annak a kérdésnek a tisztázása, hogy a mészkiválasztásban az Aszófői Séd vízrendszerében mely növénycsoportok milyen arányú szerepet játszanak, még további feladat.

Általában megállapíthatjuk, hogy a Ca^{++} és HCO_3^- tartalom az erdős területeken átfolyó patakszakaszokon alig változik (4–6, 19–21, 38–41), míg a napsütötte, nyílt, növényzettel dúsan benőtt szakaszokban gyakran tekintélyes mértékben csökken (14–16, 33–35, 44–46, 63–66, 67–70, 78–83 stb.). A legalacsonyabb értékeket a főpatak torkolata előtt (65,91 mg/l Ca^{++} és 382 mg/l HCO_3^-), illetőleg a Kasza-völgy elején a Faiskolánál mértük (45,28 mg/l Ca^{++} , 313,0 mg/l HCO_3^-). Megjegyzendő, hogy még ezek az értékek is lényegesen magasabbak a Balatonban mért megfelelő értékeknél.

A Ca^{++} és HCO_3^- értékek közel azonosak voltak a Pécsely-patak hasonló jellegű szakaszain mért értékekhez.

Mg⁺⁺ és összes keménység

A Mg⁺⁺ mennyisége kisebb ingadozásokat tüntet fel, mint a Ca⁺⁺ és a patak mentén lefelé haladva többnyire növekszik. Mg⁺⁺ a vizsgált vízrendszerben általában 40–60 mg-os mennyiségben fordult elő literenként.

Az összes keménység megoszlása arányos volt a Ca⁺⁺ megoszlásával. A legmagasabb értékeket itt is a Lázár-forrásban (28,34° német keménységi fokokban mérve), a legalacsonyabbakat pedig a Faiskolánál (15,52°) mértük.

A Mg⁺⁺ és az összes-keménységi adatok hasonlítottak a Pécsely-patakban kapott adatokhoz (ENTZ et al. 1955).

Elsődleges termelés

Az eddigiek során többször utaltunk arra, hogy a vizsgált patakvizek kémiai összetételében bekövetkező változások és a növényzet élettevékenysége között milyen szoros kölcsönös kapcsolat figyelhető meg (p. 117, 120, 122). Kíváncsnak látszik e kérdést több szerző adatai alapján is közelebbről megvizsgálni.

ELLIS vizsgálataiból (1955) ismeretes, hogy a CO_3^- és HCO_3^- ionok mennyisége és aránya szerint más-más makrofiták népesítik be a különböző édesvizeket. Oly vizekre, melyekben CO_3^- nincs és csak kevés HCO_3^-

található, a *Myriophyllum* jellemző. CO_3^{--} mentes, de sok HCO_3^- -ot (és szabad CO_2 -ot) tartalmazó vizekben tömeges mohavegetációt találunk. Közepes CO_3^{--} és HCO_3^- tartalmú vizekben a legváltozatosabb a flóra (*Ceratophyllum*, *Potamogeton*, *Najas* stb.). Kevés CO_3^{--} és közepes HCO_3^- tartalom esetén a flóra kevésbé változatos, mint az előbbi esetben (ELLIS 1955, 76).

A vízinövények asszimilációjával BARTH foglalkozott részletesen. Igen alapos, saját és mások eredményein alapuló összefoglalásából kitűnik például, hogy az algák jobban asszimilálnak, mint az edényes növények és szervesanyag termelésük már a délelőtti órákban eléri a maximális értékeket (BARTH 1957, 35). Az is ismeretes BARTH munkájából (o. c. 38), hogy a szabad CO_2 asszimilációja gyorsabban megy végbe, mint a HCO_3^- asszimilációja, de a $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ és a NaHCO_3 asszimilációja között lényegbeli különbség nincsen, noha $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ asszimilációjakor a pH gyorsabban emelkedik, mint NaHCO_3 esetében.

Ugyancsak BARTH (1957, 48) összefoglalásából láthatjuk, hogy 0,009 $\text{CO}_2\%$ -nál kisebb CO_2 koncentráció esetén normális fényen asszimiláció nem lehetséges, viszont igen erős fényen ez a limitáló érték csak 0,007%-nál jelentkezik.

Általánosan ismeretes az a jelenség, hogy vízalatti asszimiláció folyamán, fény jelenlétében a közeg — vagyis jelen esetben a patakvíz — pH-ja emelkedik. Ez az emelkedés különböző növények esetében más-más értékig terjedhet. A csak szabad széndioxidot hasznosító *Fontinalis* esetében például hidroxil ionok nem képződnek. Így itt a pH a 8,6-os értéket sohasem lépi túl. *Elodea* asszimilációjánál viszont keletkeznek OH^- ionok, és például egy negyven órás kísérlet alkalmával a közeg pH-ja 10,6-ra emelkedett (BARTH 1957, 27, RUTTNER 1948). Arról, hogy a növényi asszimiláció következtében az oldott oxigéntartalomban patakrendszerünkben milyen mélyreható változások következnek be, már feljebb megemlékeztünk (p. 117).

ODUM rámutatott arra (1957), hogy egy folyóvíz közösségének metabolizmusa könnyen meghatározható a közösség feletti és alatti oxigén és széndioxid koncentrációk különbségéből. Ugyancsak ODUM hívta fel a figyelmet arra is, hogy a nappali és éjszakai értékek között kimutatható különbségek — természetesen nem szennyezett vizekben — nagyobbak dús növényzetben, mint gyér növényzetű szakaszokon. Potamoplankton nélküli vizekben (az Aszófői Séd vízrendszere ilyennek tekinthető) a termelésben csak szesszilis szervezetek játszanak szerepet.

Ezek figyelembevételével végeztünk néhány megfigyelést és mérést, továbbá számítást, hogy kiindulási támpontokat szerezhessünk a vizsgált vizek elsődleges termeléséről. Itt kell megjegyeznünk, hogy elsődleges termelés alatt LASTOCHKIN nyomán (1945, 320), mindig a „primary production”-t értjük. Ezzel kapcsolatban két példát kívánunk bemutatni.

Az első számításokat az 1954. szeptember 27-én délben a C patak szakaszon napos időben vett vízminták alapján végeztük (táblázat 34 és 35). Az első minta (34) a kékmoszatos szakasz közepéből, a második a csillárlás közepéből (35) származott. A 34-es mintában 11,11, a 35-ösben 14,44 mg/l oldott O_2 volt. Mindkét érték az adott azonos (15 $^{\circ}\text{C}$) hőmérsékleten oxigéntúltelítettségre utal (110, illetőleg 143,6%). Következésképpen, miután a két mintavételi hely között sem vízbeömlés, sem hőmérsékleti különbség, sem más olyan fizikai jelenség nem volt megállapítható, ami a tútelítettség növekedését megmagyarázta volna, itt csakis biogén oxigéntúltelít-

tettségre gondolhatunk. Ez azt jelenti, hogy az oxigéntartalomban abszolút értékben és a telítettségben relatíve bekövetkezett változások kizárólag növényi asszimilációs tevékenységgel magyarázhatók (vö. LINDROTH 1957). ODUM kimutatta (1957, 88), hogy egy folyóvízben egy felső és egy alsó pont között észlelhető oxigénváltozás számtani összege az asszimilációnak, a légzésnek és a diffúzióknak, amennyiben a két mérési pont között nincsen vízbeömlés. (N. B. légzés alatt természetesen az állati és növényi légzést, továbbá a vízben levő esetleges korhadó anyagok oxigénelvonását együttesen kell értenünk).

A fentieknek, továbbá a patak mederalkatának és folyási sebességének figyelembevételével a következő eredményre jutottunk. A két gyűjtőhely közötti patakszakasz felszínét mintegy 70 m^2 -re becsülhetjük. A vízhozam e szakaszon mintegy $0,7 \text{ l}$ volt másodpercenként, vagyis az alsó gyűjtőhelyen felvett patakkeresztmetszeten átfolyó vízben mutatkozó oxigéntöbblet $2,338 \text{ mg/sec}$ volt. Tekintetbe véve a patak áramlási sebességét (7 cm/sec), kiszámíthattuk, hogy a vizsgálati területen az oxigénben megadott „nyersprodukció”, vagyis a teljes oxigéntermelés a diffúzió és a légzés levonásával, 1 m^2 területen 1 sec alatt $33,4 \gamma \text{ O}_2$ -t tett ki. Ezt az értéket az egész szóban forgó 100 m -es patakszakaszra és 1 másodpercre vonatkoztatva, $2,34 \text{ mg}$ -ot kapunk. Ugyanez az érték az alatt az idő alatt, amíg a víz a felső mintavételi helyről (kékmoszatos közepe) az alsó mintavételi helyre (csillárcás közepe) jut, $3,27 \text{ g}$ -ra becsülhető. A valódi elsődleges termelés ennél az értéknél feltétlenül magasabb az adott időpontban. Természetes, hogy ezekből az értékekből az oxigénviznyok napi ciklusának ismerete nélkül még semmiféle messzebb menő következtetést nem vonhatunk le.

Abból a célból, hogy a napi termelés értékebe is nyerhessünk némi bepillantást, 1958. február 26-án két ízben végeztünk analíziseket. Hajnali 5 órakor, csaknem teljes éjszakai sötétségben (84–88) és délután 16 órakor, napsütésben (89–94). A kapott értékek közül összehasonlításra ésszámitásokra leginkább a 86-os, 88-as, valamint a 90- és 92-es minták mutatkoztak alkalmasoknak. Ezek közül a 86-os és a 90-es mintákat a forrásból merítettük (Romforrás), míg a 88-as és 92-es mintákat a csillárcásból pontosan azonos helyekről.

ODUM szerint (1957) az éjszakai változásokat kivonva a nappali változásokból, kiszámítható az elsődleges termelés bruttó értéke (gross production). A vizsgálatokban az egyik mérési pont maga a forrás volt, melynek oxigéntartalma gyakorlatilag állandó ($3,56$, ill. $3,61 \text{ mg/l O}_2$, vagyis a telítettség $32,7$, ill. $33,2\%$). Ugyanakkor 50 m -rel lejjebb a patak közepéről azonos helyről vett mintában éjjel $11,62 \text{ mg/l} = 99,9\%$, nappal $12,19 \text{ mg/l} = 113\%$ oxigént mérünk. Az éjjeli és nappali mérések között mutatkozó különbség a növényi asszimilációval magyarázható. Ezek alapján a forrástól az 50 m távolságban levő vizsgált pontig nappal mutatkozó $0,57 \text{ mg/l}$ -es oxigéntöbbletet a pataki növényzet minimális oxigéntermeléseként foghatjuk fel, ezzel viszont arányos az a szervesanyag-felhalmozódás, ami a patak megfelelő szakaszán ténylegesen végbemegy. A patak hozamát 2 l/sec -ra, a vizsgált területet pedig 25 m^2 -re becsülve, és feltételezve, hogy az asszimiláció a nap 12 órájában úgy folyik, mint a mérések idején, az egész patakra (F) eső napi glukózprodukción $93,5 \text{ g}$ -ra becsülhetjük. Minthogy a fotoszintézis során a keletkező szervesanyag RYTHER (1956) megállapítása szerint (ODUM 1957, 96) folyó vizekben kb. $1,25$ -szöröse a számított glukóz értékének, az

egész napra eső produktiót 117 g szervesanyagra becsülhetjük. Figyelembe véve, hogy a vizsgálat napján a hajnalban mért hőmérséklet $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal alacsonyabb volt, mint az évi középhőmérséklet, a nappali mérés idején pedig $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal magasabb értéket kaptunk az évi középhőmérsékletnél, továbbá, miután a nappal hossza körülbelül megfelelt egy átlagos évi nappal hosszának, egészen durva becsléssel e patak (F, Romforrás-patak) évi elsődleges termelése legalább 42 kg-ra becsülhető.

Érdekes eredményhez jutunk, ha ezt az adatot egy gabonaföld évi termelésével hasonlítjuk össze. Minthogy a patak felszíne megközelítőleg 0,01 katasztrális hold, az ekkora földterület búzahozama hazai viszonyok között mintegy 30–40 kg-ra tehető, így a két érték nagyságrendileg azonosnak vehető. Hasonló értékeket kapunk akkor is, ha ODUM (1953) nyomán a közölt adatokat a vizsgált patak (F) területére számítjuk át. Az így nyert összehasonlító értékek az elsődleges termelés szempontjából erdőben 35, gyümölcsösben 72, búzaföldön 135, a Lake Mendotaban 38, a Lake Cedarban 17 kg-ot eredményeznek, vagyis nagyságrendileg szintén megegyeznek az F patakban kapott értékekkel.

Természetesen a leghatározottabban ki kell jelentenünk, hogy az előbbi számításokat csupán kiindulási alapul tekinthetjük hazai kis patakjaink elsődleges termelésének megállapítására és ezekből az értékekből korai lenne bármiféle további következtetést levonni. Annál is inkább, hiszen mi csak a bruttó elsődleges termeléssel dolgoztunk, légzési és diffúziós adataink egyáltalában nincsenek, amellet egy nap adatait használtuk fel az évi termelési érték becsüléséhez.

Annnyit azonban máris megállapíthatunk, hogy az a vizsgálati módszer, melyet ODUM egy igen bővízű szubtrópusi „forrás-folyóra” kidolgozott (ODUM 1957), úgy látszik, hazai viszonyainkra, természetes vizeinkre is alkalmazható, megfelelő módosításokkal. Célszerűnek látszik a módszert, megfelelő módosítások kidolgozása után, a gyakorlat számára is hasznosítani. Véleményem szerint tógazdaságokban a tápláló és elfolyó vizek vizsgálatából magának a halastónak elsődleges termelésére, sőt a vizsgálatoknak a makrovegetációra való kiterjesztésével a halastavak természetes várható hozamára is megfelelő támpontokat kaphatunk. Még tovább menve az is feltehető, hogy a tógazdaságok létesítésénél ezek alapján előre meg lehetne mondani, hogy mely vizek használhatók fel célszerűen tógazdasági táplálóvízként.

A kis folyóvizek elsődleges termelése kérdésével kapcsolatban még néhány szempontot kell figyelembe vennünk.

Az egyik az, hogy a fényerősségre vonatkozó vizsgálatok arra mutattak rá, hogy szuperoptimális megvilágítás természetes körülmények között legfeljebb egyes egyedek (fajok) szempontjából lehetséges, az életközösség számára nem (vö. ODUM 1957). Így az életközösségben 100 000–130 000 lux megvilágítás mellett sincs asszimiláció csökkenés (BARTH 1957).

Egy másik szempont, hogy az áramlás kedvezően befolyásolja a fotoszintézist. Ezt kísérletileg is kimutatta ODUM, amikor egy bizonyos életközösségben áramló vízben 2–3-szor akkora O_2 termelést állapított meg, mint álló vízben. A vízcserre ilyen hatására már GESSNER (1937) is rámutatott. Az áramlásnak ilyen irányú kedvező hatása fokozottan érvényesül éplevelű növényeken, mint osztott levelűeken, és nagyobb hatású keményebb vízben, mint lágyban (BARTH 1957).

E megfontolások alapján önként felvetődik a kérdés, hogy a pataki tömegvegetációk kialakításában (csillárkás, kékmoszatos tömegvegetáció, mohagyepék, *Batrachospermum*-gyepék stb.) vagy akár a Balaton hullámverte partjain a kovamoszat tömegvegetáció kialakításában éppen a vízmozgásnak, a „locsolásnak” van döntő szerepe. (Vö. SEBESTYÉN 1957)

Végül megemlítjük még ODUM azon megállapítását, hogy a produktivitás 1 g biomasszára számítva, a szervezetek nagyságával fordítva arányos. Optimális kihasználás és maximális alkalmazkodás esetén a biomassza (standing crop) és a produktivitás arányosak, és az egyik a másiból kiszámítható (ODUM 1957, 59).

NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ és proteidammónia

A nitrátion-tartalommal kapcsolatban az Aszófői Sédben megállapítottuk, hogy valamennyi nyári vizsgálati érték alacsony volt (1,15–3,65 mg/l NO_3^-). Ezzel szemben a többi vizsgálat idején (márciusban és szeptemberben) ennél sokkal magasabb adatokat kaptunk (17–40 mg/l NO_3^-). A Romforrás patakjában a februári adatok magasabbak voltak (19–24 mg/l) az októberiekénél (7–10 mg/l). Ezek az adatok ODUM felfogását támasztják alá, aki szerint nyáron a vízínövények sokkal több nitrogént építenek be szervezetükbe, mint télen, amikor szinte kizárólag szénhidrátokat szintetizálnak. Így az asszimilációs kvóciens nyáron 1,3-ra, télen viszont kb. 1-re becsülhető (vö. ODUM 1957). Ez ellen a feltevés ellen szól az a tény, hogy nyáron a forrásokban is alacsonyabb a NO_3^- tartalom, mint télen, bár lehet, hogy ez csak látszólagos ellentmondás. A kérdés tisztázásához további vizsgálatok szükségesek.

Az egyes vizsgálatok alkalmával a forrásoktól lefelé haladva több esetben (táblázat 4–6 ; 14–17 ; 38–41 ; 44–47) a nitráttartalom fokozatos csökkenése volt megfigyelhető. Más esetekben viszont sorozatos adatok között semmiféle rendszeresség sem volt megállapítható.

Nitrit a forrásokban gyakorlatilag nem fordult elő. A patakokban vagy egyáltalában nem volt kimutatható, vagy csak nyomokban volt jelen. Egészen kis mennyiségben is (0,005–0,050 mg/l NO_2^-) főként a csendesebb folyású helyeken, Aszófő község határában és a torkolatok környékén volt kimutatható. Nagyobb mennyiségben csupán a Kiskút I. patak lápos torkolati részén észleltük (táblázat 70, G, 0,242 mg/l NO_2^-) (vö. ENTZ 1953, 35).

Ammónia szintén csak kevés helyen és ott is csak kis mennyiségben volt kimutatható. Mind a nitrit, mind az ammónia kis mennyisége a patakrendszer kis szennyezettségére utal.

A proteidammónia mennyisége a sötétréti szakaszon, valamint a főpatakban tavasszal (március) volt a legalacsonyabb (k. é. 0,091 mg/l a C és D szakaszon egyaránt). Ősszel közepes értékeket mértünk (k. é. a C szakaszon 0,110 mg/l, a D szakaszon viszont 0,171 mg/l). A legmagasabb értékeket nyáron kaptuk. A nyári középérték is alacsonyabb volt a Sötétréten (C szakasz 0,271 mg/l), mint a főpatakban (D szakasz, 0,330 mg/l).

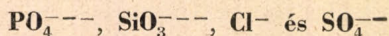
A nitrát és proteidammónia adataiból az tűnik ki, hogy e két komponens a patakvízben fordított arányban változik. Nyáron maximális proteidammónia-tartalom mellett minimális a nitrátion mennyisége, tavasszal és ősszel viszont alacsony proteidammónia mellett magasak a NO_3^- értékek.

Oxigénfogyasztás

Az oxigénfogyasztás jó meghatározása és az eredmények helyes értékelése nem könnyű feladat (vö. ODUM 1957). Természetesnek vennénk, hogy a forrásokban kisebb az oxigénfogyasztás és így a szervesanyag-tartalom, mint a hozzájuk csatlakozó erekben, patakokban, továbbá, hogy a patak folyását követve, az oxigénfogyasztás fokozatosan növekszik. A kapott értékek általában igazolják is feltevésünket különösen olyan patakszakaszokon, melyek jellege határozott irányban változik meg. Különösen érvényes ez a C szakaszra, továbbá az F, G és H patakokra (táblázat 2-3; 7-8; 14-17; 33-35; 44-46; 48-49; 50-51; 52; 54-56; 67-70; 72-77; 78-80). Találunk azonban ezektől eltérő eseteket is. Így például a Romforrás erében (63-66; 86-88; 90-92), vagy bizonytalan irányú a változás, vagy pedig, mint a hajnalban gyűjtött minta esetében, éppen fordított irányú változás következik be, mint amit vártunk volna. A főpatakból merített mintákban sem állapítható meg rendszerint egyértelmű változás az oxigénfogyasztásban a patak folyása mentén. Ez utóbbi esetekben bizonyára más körülményektől is függő, bonyolultabb esetekkel állunk szemben, mint ott, ahol a nyílt terepen folyó pataokban egyszerű szervesanyag-felszaporodást tételezhetünk fel.

Érdeemes megjegyezni, hogy a Lázár-forrásban az oxigénfogyasztás olyan minimális volt, hogy az alkalmazott módszerekkel egyáltalában nem is volt kimutatható (1953 március). A forrásokban az oxigénfogyasztás mértéke általában tavasztól ősziig emelkedett. A Pécselyi-medencében fekvő forrásokban 0,095-0,457 mg/l értékeket kaptunk, az alsó abráziós szintből fakadó forrásokban a megfelelő értékek még magasabbak voltak (0,113-0,955 mg/l). A patakokban az értékek általában emelkedtek. A legmagasabb értéket a sötétréti dús csillárkásban, verőfényes napsütésben mértük (2,222 mg/l).

A szervesanyagforgalom számos tisztázatlan kérdését, továbbá a biológiai oxigénigény és az önderítés kérdését, melyeket tanulmányunkban nem is érintettünk, a jövőben feltétlenül kívánatos tanulmányozni.



A foszfátértékek általában alacsonyak voltak. Szorosabb összefüggéseket a kapott értékekből kimutatni nem sikerült.

A szilikáttartalom a Séd egész vízrendszerében általában 10-20 mg/l volt. Egy alkalommal feltűnően alacsony értéket észleltünk a Sötétréten a csillárkásban (2,64 mg/l SiO_3^{---}). Lehetséges, hogy ez meghatározási hiba, bár az sem lehetetlen, hogy ennek az értéknek a kialakulásában az igen dús csillárkás játszott döntő szerepet.

A kloridion mennyisége a patakrendszerben meglehetősen konstans volt, általában 4-7 mg/l körüli értékeket ért el. Csupán a Kiskút I. erében találkoztunk kiértékelhetően magasabb (8-10 mg/l) és a Romforrásban határozottan magasabb értékekkel (13-15 mg/l Cl^-).

A szulfátion értéke 20 és 50 mg/l között ingadozott anélkül, hogy az egyes minták között évszakok vagy patakszakaszok szerint kiértékelhető összefüggéseket sikerült volna kimutatni.

A Pécsely-pataokban mért PO_4^{---} , SiO_3^{---} , Cl^- és SO_4^{--} értékek nagymértékben hasonlóak voltak az itt kapottakhoz.

Na⁺ és K⁺

A nátriumion értékek 9–15 mg/l között váltakoztak. A mért értékek közötti legmagasabb adat (20 mg/l) a Balatonból származott.

A káliumion értékek általában alacsonyabbak a nátrium értékeknél (2–5 mg/l K⁺). Kissé magasabb a Kiskút I. káliumtartalma (6 mg/l). Ez alátámasztja előbbi meghatározásunkat, hogy ott a kloridion-tartalom is magasabb. A Romforrásban és annak erében érdekes módon elég kiemelkedő értékeket kaptunk (13–14 mg/l K⁺). Ez utóbbihoz hasonló magas értékek a Pécsely-patak vízrendszerében egyáltalában nem fordultak elő.

HÖLL vizsgálataiból ismeretes (HÖLL 1951), hogy a K⁺ mennyisége a természetes vizekben 0,8–1,5 mg/l között ingadozik, és az eutróf vizekben sem igen emelkedik 5–6 mg/l fölé. A Romforrás és a Kiskút I. erében mért magas K⁺ tartalom valószínűleg — a magas CO₂ tartalommal együtt — vulkánikus utótevékenységnek tulajdonítható.

Fe⁺⁺ és Al⁺⁺⁺

Vasat mindössze egy mintában határoztunk meg (71 γ /l Fe⁺⁺). Az Al⁺⁺⁺ mennyisége 12–26 γ /l között ingadozott.

A patakvízi kémiai változások időbeni lefolyása

Érdekes, hogy az oxigénviszonyokban, valamint más kémiai tulajdonságokban (pH, CO₂, Ca⁺⁺, oxigénfogyasztás, NO₃⁻ stb.) bekövetkező, gyakran igen jelentős változások milyen feltűnően rövid idő alatt játszódnak le. A Sötétréten például egy órán belül a patakvíz oxigéntelítettsége egy alkalommal (14, 15) 56%-ról 189%-ra, míg máskor alig félóra alatt (34, 35) 110%-ról 144%-ra emelkedett. E változásokkal párhuzamosan a szabad CO₂ tartalom 46 mg/l-ről 9-re (14, 15), illetőleg 9-ről 3 mg/l-re csökkent, mellyel egyidőben a pH érték 7,35-ről 8,12-re emelkedett (14, 15).

Hasonlóan gyors és jelentős változások voltak megfigyelhetők például a 34-es és 35-ös minták között a HCO₃⁻ tartalomban (435, ill. 389 mg/l), a Ca⁺⁺ tartalomban (70–61 mg/l), az oxigénfogyasztásban (1,4–2,2 mg/l), az SiO₃⁼⁼ tartalomban (14,3–2,6) stb. De teljesen analóg eredményeket kaptunk más, alámerült vízinövényekben szintén gazdag szakaszokon (E, F, G, H) is. Ha ezeket a patak folyása mentén alig 20 vagy 100 m-es távolságon belül valóban percek alatt lejátszódó lényeges változásokat értékeljük, akkor tűnik ki valójában a vízinövényzet figyelemre méltó környezetátalakító hatása. A megállapítható változások az azonos időpontban merített minták között (pl. 14, 15, ill. 34–35) annál frappánsabbak, mivel a környezetéből kiszakított (merített) vízmintákban a bekövetkező változások napok, sőt hetek múltán is lényegesen kisebbek a természetes körülmények között valóban percek alatt bekövetkező változásoknál, ami egyuttal a pataki élővilág dominánsan szesszilis jellegére is rámutat.

Az élőlénytársulások és a patak horizontális tagoltságának kapcsolata

Vizsgálati eredményeinket egybevetve önként adódik az a megállapítás, hogy a patakvizek jellegét, mint az élővizekét általában, nem a sztatikusan megállapítható tulajdonságok, hanem a dinamikus anyagcserefolyamatok adják meg (vö. SCHMASSMANN 1951). Ez azt is jelenti, hogy egy patakról egy merített vízminta analízise csak igen nagy általánosságban nyújt tájékoztatást. A vizsgált vízről, még kémiai értelemben vett jellemző képet csak a különböző biotópokban évszakosan és napszakosan vett minták alapján alakíthatunk ki. A kémiai vizsgálatok során gyakran megállapítottuk, hogy egyik vagy másik vegyi tulajdonság a patak mentén longitudinálisan folyamatosan megváltozik. Azt is láttuk, hogy e jelentős változások legtöbbször a vízben lejátszódó életfolyamatok eredményei. Természetesen ugyanakkor a megváltozott külső körülmények visszahatnak magára az élővilágra is. Ez a kölcsönhatás hozza létre a patak különböző kémiai tulajdonsággal rendelkező, különböző vegetációval borított, illetőleg eltérő élővilággal benépesített szakaszait is.

Egyenletes külső körülmények között (pl. kaszálóktól övezett nap-sütötte szakasz, mérsékelt sebességű vízfolyással, hozzáfolyás nélkül) a kémiai és biológiai változások egyértelműen következnek be (pl. B, C, F, G, H szakasz). Ilyen szakaszokon a változások — a szukcesszióhoz hasonlóan — fizikai és biotikus faktorok hatására (ALLEE et al. 1950, 574) egy bizonyos klimax (climax or steady state ODUM 1957, 59) felé haladnak. Ezért használja e jelenségre ODUM a *longitudinális szukcesszió* elnevezést (o. c. 59). Az élőlények a változó körülmények között ökológiai valenciájuknak megfelelő területeken, a folyás mentén gyakran megismétlődően helyezkednek el.

A botanikai kutatásokat cenológiaiag kiértékelve, KOVÁCS és FELFÖLDY (1958, 137—163) szerint a kémiai adatok figyelembevételével a patakról a következő jellemzést adhatjuk.

Az Aszófői Séd forrásaiban és vízkifolyásaiban a Magyar Középhegységre általában jellemző tufa-képző mohok alkotta *Cratoneuretum filicinii* növényasszociáció található (pl. a Lázár-források környékén, a Jábodi-források egyikénél, a Sötétrét szivárgásos, forrásos helyein, továbbá az E, F, G, H patakok forrásai körül). Ennek megjelenése a vízben oldott szabad szénsavhoz kötött (CO_2 10 mg/l), amit a patak többi részénél alacsonyabb pH is biztosít ($\text{pH} < 7,9$). Tekintve, hogy a szabad CO_2 részben éppen a növények élettevékenysége révén gyorsan eltűnik a vízből (p. 120), a mohapárnás növényi együttest a mészkő-alzatú középhegységi patakok jellemző asszociációja, a *Glycerieto-Sparganietum neglecti* váltja fel. Ennek a rendkívül változatos körülményekhez alkalmazkodott asszociációnak három variánsa és nyolc fáciése ismert az Aszófői Sédből. A forrásos helyek mohasszociációját mindenütt a *Juncus subnodulosus*-os variáns követi. A Sötétréten elég hosszú kékmoszatos tömegvegetációval jellemezhető szakasz után az Aszófői Sédből leírt *Chara hispida* facies következik. Ez utóbbiban a víz rendszeren kissé megreked, az O_2 tartalom eléri, sőt meghaladja a telítettségi értékeket (106—144%), a szabad széndioxid minimális értékekre csökken, sőt biogén mészkiválás is tapasztalható. A patak esésétől és vízbőségétől függően lép fel a *Sparganietum* többi változata a csillárkás szakasz alatti gyorsabb folyású részeken a szinte tiszta *Juncus subnodulosus* facies, a

csendesebb helyeken pedig *Sium erectum* növényi együttes (*Sium erectum* facies). A *Sium* foltokat helyenként — különösen tavasszal — *Batrachospermum* gyepek szakítják meg. A lelassuló, pangó vizű részeken (Faiskola mellett, a Bozóti-kútnál, az erdő alatt a disznó-fürdőnél stb.), magas-sásos (*Caricetum gracilis*), sőt nádas-töredékek alakulhatnak ki. Itt az erősen felmelegedő vízben a növényzet hatása a legerőteljesebben érvényesül (vö. 117—122. o.). A CO_2 eltűnik, sőt CO_3^- keletkezik, a pH 8,3-ig emelkedik és az oxigéntelítettség szintén maximális (200% feletti értékek, 119. o.) stb.

A patak áramlásának gyorsulása révén, vagy más vizek betorkolása alatt ezek a növényi együttesek megismétlődhetnek. Ezek alapján, valamint más Balaton környéki patakokban végzett hasonló megfigyelések és kémiai vizsgálatok alapján — melyek közlésére később kerül sor — remélhető, hogy a Balaton-Felvidék számos magas mésztartalmú patakjának, illetőleg azok patakszakaszainak kemizmusa és élővilága alapján azok funkcionális összefüggéseinek figyelembevételével e vizek tipológiáját ki lehet dolgozni.

Összefoglalás

A vizsgálatok az Aszófői Séd vízrendszerére (A, B, C, D, E szakasz), és a Séd és a Pécsely-patak közt a Balatonba ömlő három kis patakra (F, G, H) terjedtek ki (táblázat 1—94, 1. ábra). A tanulmány különösen részletesen foglalkozik a Sötétréten fakadó forrásokkal és ezek ereivel (prae-eróziós szakasz), azonkívül a főpatak erdős völgyével (Pogány-pince, Katonafürdő) — eróziós szakasz — és a Sédhez legközelebb eső Romforrás kis patakjával. A vizsgált vízrendszer összhosszúsága kb. 7 km.

A vizsgálatok a következő tényezőkre terjedtek ki: hőmérséklet, oxigéntartalom, pH, CO_2 , CO_3^- , HCO_3^- , SiO_3^{--} , Fe^{++} , Cl^- , NO_2^- , NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , összes keménység, PO_4^{---} , SO_4^{--} , Al^{+++} és NO_3^- . Ezenkívül a szerző foglalkozik az elsődleges termelés és a szukcesszió kérdésével.

A vizsgálatok során különösen BARTH (1957), GROTE (1956), ODUM (1957) és SCHMASSMANN (1951) munkáit használta fel a szerző. Emellett gyakran történik hivatkozás a Pécsely-pataokban végzett vizsgálatokra (ENTZ—KOL—SEBESTYÉN—R. STILLER—TAMÁS—VARGA [1954]).

A bővebb vízhozam és a nagyobb áramlási sebesség csökkenti a környezeti tényezőknek a víz hőmérsékletére, valamint a víz kémiai tulajdonságaira gyakorolt hatását. A források hőmérséklete elég állandó (9—15 C°), a patak vízében nagyobb szélsőségek észlelhetők (29 C°). Erdős területek mérséklő hatásúak. A források oxigéntartalma alacsony, de a források 20—100 m-re a forrástól 50, sőt 150%-os oxigéntelítettséget is elérhetnek. Ennek fizikai (diffúzió stb.) és biológiai okai vannak (biogén oxigéntúltelítettség, alga, moha és makrofita együttesek). A Séd β -mezoszaprób víz. A C szakasz a 31-es, a többi patakszakasz a 32-es altípusba sorolható (vö. SCHMASSMANN 1951). A külső tényezőkhöz hasonlóan a belső tényezők (pl. vízinnövényzet) annál erősebben hatnak a patakvíz kémiai viszonyaira, minél kisebb a vízhozam és minél kisebb a sebesség, illetőleg minél nagyobb a növényzet 1 m² felületre (vízfelületre) eső biomasszájának és a másodpercenkénti vízhozamnak a hányadosa. A növényzet maximális hatása törpe állóvizekben

érvényesül. A patak kitűnő objektum hidrobiológiai kísérletek lefolytatására, mert \pm állandó vízhozama következtében a benne végzett kísérletek megismételhetők.

Bizonyos fizikai és vegyi tulajdonságok a patakvízben fokozatosan változnak. Így a hőmérséklet, az oldott oxigéntartalom, a pH, a proteidammónia, a szervesanyagtartalom (oxigénfogyasztás), a Mg^{++} és a CO_3^{--} tartalom, a folyás mentén általában növekednek, míg a CO_2 , HCO_3^- , Ca^{++} , összes keménység és NO_3^- tartalom csökkennek.

Napsütéses, lassú folyású szakaszokon szélsőséges értékek alakulnak ki (pl. a Sötétréten a csillárkásban és a Faiskolánál), míg erdős területek méréséklő hatásúak (Pogány-pince, Katonafürdő stb.).

A víz komponenseinek változása túlnyomórészt a növényi asszimiláció következménye. Megjegyzendő, hogy az oxigéntartalom, valamint a hőmérséklet emelésében, továbbá a szabad CO_2 tartalom csökkenésében a diffúzió is fontos szerepet játszik az asszimiláció mellett, míg a többi tényező megváltozásánál az életmegnyilvánulások a döntők. A részletes adatokat a táblázat tartalmazza.

Feltűnő, hogy az élő vízben az asszimilációs tevékenység következtében a lényeges változások milyen kis távolságon (esetleg 10–20 m) milyen rövid idő alatt (10–30 perc) játszódhatnak le, noha igen jól pufferolt vizekről (magas $Ca(HCO_3)_2$ tartalom) van szó. Általában a szerző a patak kémiai tulajdonságait dinamikus szemléletből értékeli.

A patak MAUCHA szerint a β -limno-típusba tartozó HCO_3^- - Ca^{++} - Mg^{++} -os víz (2. ábra). A patakban, amikor az agresszív szénsav nagy része kidiffundál (vagy felhasználásra kerül) a vízből, biogén mészkiválás történhet tömör rögök alakjában, szivacsos tömegben, vékony vagy vastag kéregszerű rétegben és iszapszerű finom por alakjában a kiválasztásban közreműködő szervezetektől és a körülményektől függően.

Ha a patakban megállapítjuk két ponton nappal és éjjel az oldott oxigén mennyiségét, a két nappali érték különbségéből levonva a két éjszakai érték különbségét, a kapott érték megfelel a bruttó oxigéntermelésnek, mely megfelelő mérések és számítások révén alkalmas módot nyújt a patak elsődleges termelésének megállapítására (vö. ODUM 1957).

A szerzőnek a Romforrásra vonatkoztatva végzett számítása szerint a 0.01 kat. hold felületű Romforrás-patak évi elsődleges termelése durva becsléssel 42 kg szervesanyagra tehető. Az ismertetett módszerek megfelelő alkalmazása lehetőséget nyújt halastavak elsődleges termelésének, a továbbiakban pedig a hozamának a becslésére is.

A víz mozgásáról ismeretes, hogy előmozdítja az asszimilációt. Valószínűleg a vízmozgás teszi lehetővé a patakban számos helyen tömegvegetációk kialakulását is.

A Romforrásban és a Kiskút I.-ben mért magas CO_2 és K^+ tartalom valószínűleg vulkánikus utóműködés hatásának tulajdonítható.

A patakban a nitrátion-tartalom nyáron lényegesen alacsonyabb, mint télen, viszont a proteidammónia maximuma éppen nyárra esik. Ugyancsak maximális nyáron a dús növényzetű helyeken a víz oxigéntelítettsége. Ezek a jelenségek is közvetlenül a növényzet életműködésével függnek össze.

A Pécsely-patak és az Aszófői Séd azonos jellegű szakaszainak kemizmus-messzemenő hasonlóságot mutat. A patakban jól fejlett „horizontális

szukcesszió" (ODUM 1957) fejlődött ki, melyben az egyes társulások ökológiai valenciájuk meghatározta sorrendben helyezkednek el. Így a forrás alatt általában a mohapárnák (pH 7,8-ig, ill. 13 mg/l CO₂-ig), ezalatt kékmoszatos, majd csillárkás, végül *Sium* (esetleg *Batrachosperum*) szittyó és sás követik egymást. A horizontális szukcesszió megszakítható folyamat, mely külső behatásokra egy előző fokra kerülhet vissza, melytől számítva térben önmagát megismétli. A kémiai tényezők és a makrovegetáció ismeretében további munkával elkészítendő a Balaton környéki patakok, illetőleg patakszakaszok tipológiája.

IRODALOM

- ALLEE, W. C., A. E. EMERSON, O. PARK and K. P. SCHMIDT (1950): Principles of animal ecology. — *W. B. Saunders Co. Philadelphia and London*. XII + 837.
- BARTH, H. (1957): Aufnahme und Abgabe von CO₂ und O₂ bei submersen Wasserpflanzen. — *Gewässer und Abwasser* 17/18. 18—81.
- BERG, K. (1943): Physiographical studies on the river Susaa. — *Folia Limnologica Scandinavica* 1. 1—174.
- BREHM, V. (1930): Einführung in die Limnologie. *Berlin Springer Vlg.* VI + 1—261.
- CHOLNOKY J. (1918): A Balaton hidrografiája. — *Bal. Tud. Tanulm. Eredm.* 1. 2. rész. 1—318.
- CSAJÁGHY G. és TOLNAY V. (1952): A víz összes keménységének, valamint kalcium- és magnézium-tartalmának helyszíni meghatározása. — *Hidrol. Közl.* 32. 438—441.
- CZENSNY, R. (1957): Terminuntersuchungen an Fließgewässern. — *Zeitschr. f. Fischerei N. F.* 6. 39—52.
- EBELING, G. (1954): Sauerstoff-übersättigung in fließenden und stehenden Gewässern—*Vom Wasser* 21. 84—99.
- ELLIS, L. L. (1955): Preliminary notes on the correlation between alkalinity and the distribution of some free floating and submerged aquatic plants. — *Ecology* 36. 763—764.
- ENTZ B. (1953): Horizontális vízvizsgálatok 1950 és 1952 nyarán a Balaton különböző biotópjaiban és néhány beömlő patak torkolatánál. *Annal. Biol. Tihany* 21. 29—48.
- ENTZ B. (1957): Hidrogénion és nitrátion meghatározási módszerek. (A Maucha féle pH meghatározási, valamint a Winkler-féle brucinos nitrát meghatározási módszerek módosítása.) — *Annal. Biol. Tihany* 24. 67—70.
- ENTZ B. (1958): Módszerek édesvizek foszfát- és alumínium-tartalmának meghatározására. (Néhány adat a Balaton és a balatonkörnyéki vizek alumíniumtartalmáról.) — *Annal. Biol. Tihany* 25. 173—178.
- ENTZ B., KOL E., SEBESTYÉN O., R. STILLER J., TAMÁS G. és VARGA L. (1954): A Balatonba ömlő vizek fiziográfiai és biológiai vizsgálata I. A Pécsely-patak. — *Annal. Biol. Tihany* 22. 61—184.
- GAMS, H. (1955): Discussion. — *Arch. f. Hydrobiol./Suppl.* 22. 345.
- GROTE, A. (1956): Die Herkunft des atmosphärischen Sauerstoffs, aus limnologischer Sicht beurteilt. — *Gewässer und Abwasser* 13. 23—40.
- HÖLL, K. (1951): Über den Kaliumgehalt der Gewässer. — *Verh. Int. Ver. Limnologie* 11. 137—143.
- HÖLL, K. (1955): Chemische Untersuchungen an kleinen Fließgewässern. — *Verh. Int. Ver. Limnologie* 12. 360—372.
- ILLIES, J. (1955): Der biologische Aspekt der limnologischen Fließwasser-typisierung. — *Arch. f. Hydrobiol./Suppl.* 22. 337—346.
- KLUT, H. und OLSZEWSKI, W. (1945): Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. — *Berlin Springer Vlg.* 1—281.
- KOL E. (1957): Az Aszfóői Séd mikrovegetációja I. Algák. (Kovamoszatok kivételével.) — *Annal. Biol. Tihany* 24. 103—130.
- KOVÁCS M., FELFÖLDY L. (1958): Vegetáció-tanulmányok az Aszfóői Séd mentén. — *Annal. Biol. Tihany* 25. 137—163.

- KÜHL, H. und H. MANN (1957): Beiträge zur Hydrochemie der unteren Weser. — *Veröffentl. d. Inst. f. Meeresforschung in Bremerhaven* **5**. 34—62.
- LASTOCHKIN, D. (1943): A plain river subdivision into geomorphological and biological districts on the basis of its structural and biological unity. *D. A. N.* **41**.
- LASTOCHKIN, D. (1945): Achievement in soviet hydrobiology of continental waters. — *Ecology* **26**. 320—331.
- LENZ, F. (1930): Hydrographie und Limnologie. — 3. *Hydrologische Konferenz der Baltischen Staaten (Warszawa 1930)*. 2. [Cit. ap. SCHMASSMANN (1951)].
- LINDROTH, A. (1957): Abiogenic gas supersaturation of river waters. — *Arch. f. Hydrobiol.* **53**. 589—597.
- LUKACSOVICS F. (1957): Az Aszófői Séd vízi és vízfelszíni Hemipterái. — *Annal. Biol. Tihany* **24**. 131—132.
- LUKACSOVICS F. (1958): Az Aszófői Séd Malacostraca fajainak elterjedési és ökológiai vizsgálata. — *Annal. Biol. Tihany* **25**. 165—172.
- LUKACSOVICS F. (1958a): Az Aszófői Séd hidrográfiai viszonyai. — *Annal. Biol. Tihany* **25**. 99—108.
- MAUCHA R. (1930): Winkler Lajos vízvizsgáló módszereinek alkalmazása a limnológiában. *Budapest* 1—247.
- MAUCHA, R. (1945): Hydrochemische Halbmikro-Feldmethoden. — *Arch. f. Hydrobiol.* **41**. 352—391.
- MAUCHA, R. (1949): Einige Gedanken zur Frage des Nährstoffhaushaltes der Gewässer. — *Hydrobiologia* **1**. 225—237.
- NAUMANN, E. (1932): Grundzüge der regionalen Limnologie. — *Die Binnengewässer* **11**. IX + 1—176.
- NIETZKE, G. (1938): Die Kossau. — *Arch. f. Hydrobiol.* **32**. 1—74.
- ODUM, H. T. (1953): Fundamentals of ecology. — *Sounders Co. Philadelphia*. 1—384.
- ODUM, H. T. (1956): Primary production measurements in eleven flowing waters. *Limnology and Oceanography* **1**. 102—117.
- ODUM, H. T. (1957): Trophic structure and productivity of Silver springs, Florida. — *Ecological Monographs* **27**. 55—112.
- OHLE, W. (1937): Kalksystematik unserer Binnengewässer und der Kalkgehalt Rügener Bäche. — *Geologie der Meere und Binnengewässer* **1**. 291—316. [Cit. ap. THIENEMANN A. (1950)].
- PEARSALL, W. H. (1921): A suggestion as to factors influencing the distribution of free floating vegetation. — *J. Ecology* **9**. 241—253.
- PHELPS, E. B. (1944): Stream sanitation — *New York. John Wiley and Sons* 1—276. [Cit. ap. ODUM (1957)].
- PIA, J. (1934): Die Kalkbildung durch Pflanzen. — *Beih. z. bot. Centralbl. Abt. A* **52**. 1—72.
- RIGLER G. (1930): A Balaton északi partjának forrás és patakvízei, Tihanytól Fűzfőig. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **3**. 120—147.
- RUTNER, F. (1940): Grundriss der Limnologie. — *Berlin W. de Gruyter* 1—167.
- RUTNER, F. (1948): Zur Frage der Karbonatassimilation der Wasserpflanzen. *Österr. Bot. Zschr.* **94**. 265—294. [Cit. ap. BARTH, 1957]].
- RYTHER, J. (1956): Primary production and its measurement. — *Limnol. and Oceanography* **1**. 72—84.
- SCHMASSMANN, H. (1951): Untersuchungen über den Stoffgehalt fließender Gewässern. — *Schweiz. Z. Hydrologie* **13**. 300—335.
- SCHMIDT-RIES, H. (1957): Über Veränderungen im Stoffhaushalt von Fließgewässern: Loisach. — *Gewässer und Abwasser* **15/16**. 37—138.
- SEBESTYÉN O. (1957): Parti tanulmány. *Annal. Biol. Tihany* **24** 165—181.
- SHELFORD, V. E. (1913): Animal communities in temperate America. — *Bull. Geogr. Soc. Chicago*. **5**. XIII + 1—362.
- SLOAN, W. C. (1956): The distribution of aquatic insects in two Florida springs. — *Ecology* **37**. 81—98.
- STILLER, J. (1957): Zur Biologie und Verbreitung der Protozoen- und Crustaceenfauna eines Mittelgebirgobaches in Ungarn. — *Arch. f. Hydrobiol.* **53**. 392—424.
- TAMÁS G. (1957): Az Aszófői Séd kovamoszatai. — *Annal. Biol. Tihany* **24**. 133—154.
- THIENEMANN, A. (1950): Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. — *Die Binnengewässer* **18**. XVI + 1—809.
- VARGA L. (1957): Az Aszófői Séd kerekeshéjű (Rotatoria) és csillóshajú férgel (Gastrotricha). — *Annal. Biol. Tihany* **24**. 155—164.
- WELCH, P. S. (1952): Limnology. 2^d-ed. — *McGraw-Hill. New York* XII + 1—538.

HYDROCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN AM ASZÓFŐI SÉD-BACH UND AN DEN ZWISCHEN DIESEM BACH UND DEM PÉCSELY-PATAK-BACH IN DEN BALATON-SEE MÜNDENDEN BÄCHEN—VON DER PRIMÄREN PRODUKTION IM BACHWASSER

Béla Entz

Zusammenfassung

Die Untersuchungen beziehen sich auf das Wassersystem des Aszófői Séd-Baches (Abschnitte A, B, C, D und E) und auf die zwischen dem Aszófői Séd-Bach und dem Pécsely-Bach in den Balatonsee einmündenden drei kleinen Bäche (F, G, H. *Tab. I. 1—94* und *Fig. 1*). Der Autor befasst sich besonders eingehend mit den auf der Sötétrét-Wiese befindlichen Quellen (Váradí-kút-Quelle und Vekeny-kút-Quelle), deren Rinnsalen von der Cyanophyceen-Massenvegetation über die *Chara*-Wiese bis zur Faiskola-Sammelstelle (Präerosions-Abschnitt), ausserdem mit dem waldbedeckten Tal des Hauptbaches — Erosions-Abschnitt— und mit der dem Bach am nächsten liegenden Quelle und mit dem Rinnsal der Romforrás-Quelle. Die gesamte Länge des untersuchten Wassersystems betrug etwa 7 km.

Die Untersuchungen behandeln die folgenden Faktoren: Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH, CO_2 , CO_3^{--} , HCO_3^- , SiO_3^{--} , Fe^{++} , Cl^- , NO_3^- , NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Gesamt-Härte, PO_4^{--} , SO_4^{--} , Al^{+++} und NO_3^- . Ausserdem wird vom Verfasser die primäre Produktion und die Frage der Succession erörtert. Bei den Untersuchungen wurden besonders die Arbeiten von BARTH (1957), ENTZ—KOL—SEBESTYÉN—R. STILLER—TAMÁS—VARGA (1954), GROTE (1956), ODUM (1957) und SCHMASSMANN (1951) berücksichtigt. Es wurde festgestellt, dass eine grössere Wasserzufuhr bzw. höhere Strömungsgeschwindigkeit den Einfluss der Umweltfaktoren auf die Wassertemperatur sowie auf die chemische Beschaffenheit des Wassers verringern. Die Temperatur der Quellen ist ziemlich konstant, dagegen können im Wasser des Baches grössere Extremwerte wahrgenommen werden. Die waldigen Abschnitte haben in dieser Hinsicht einen ausgleichenden Einfluss.

Der Sauerstoffgehalt der Quellen ist niedrig, dagegen können in den Rinnsalen schon 20 bis 100 m von der Quelle entfernt 50% bzw. 150% Sauerstoffsättigungswerte erreicht werden. Das beruht auf physikalischen (Diffusion usw.) und biologischen Ursachen (biogene Sauerstoffübersättigung durch Algen, Moose, Blütenpflanzen usw.).

Der Bach ist ein β -mesosaprobies Gewässer (Typ Nr. 3 im Sinne SCHMASSMANN'S). Der Abschnitt C kann in den Untertyp 31, die anderen Abschnitte können in den Untertyp 32 eingereiht werden (Vgl. SCHMASSMANN 1951).

Die inneren Faktoren (z. B. Wasservegetation) üben gleich den äusseren Faktoren einen desto stärkeren Einfluss auf die chemischen Eigenschaften des Bachwassers aus, je kleiner die Wasserzufuhr und je kleiner die Strömungsgeschwindigkeit ist, d. h. je grösser das Verhältnis der auf 1 m² Wasseroberfläche befindlichen Biomasse der Vegetation zur Wasserzufuhr pro Sekunde ist. Eine maximale Wirkung der Vegetation kommt demzufolge in stehenden Kleingewässern zur Geltung. Der Bach ist ein vorzügliches Objekt für hydrobiologische Experimente, da infolge seiner ziemlich gleichmässigen Wasserführung die im Bach eingestellten Experimente wiederholt werden können.

Gewisse physikalische und chemische Eigenschaften ändern sich im Bachwasser allmählich. So wächst im allgemeinen die Temperatur, der gelöste Sauerstoffgehalt, der pH, das Proteidammoniak, der Gehalt an gelöstem organischen Material (Sauerstoffverbrauch) mit dem Mg und Karbonatgehalt dem Flusslauf entlang, dagegen sinkt in der gleichen Richtung der Gehalt an Kohlensäure, HCO_3^- , Ca^{++} , NO_3^- und die Gesamthärte.

An den sonnigen, langsam fliessenden Abschnitten entfalten sich extreme Werte (z. B. an der Sötétrét-Wiese, in der *Chara*-Zone und bei der Faiskola-Sammelstelle). Der temperierende Einfluss der schattigen Stellen wurde oben schon erwähnt (Pogány-pince und Katonafürdő-Sammelstellen).

Die Änderungen der gelösten Komponente im Bachwasser sind überwiegend als Folge der pflanzlichen Assimilation zu betrachten. Infolge dessen — hier werden die extremen Werte ins Auge gefasst — stieg der Sauerstoffgehalt von 2,08 mg/l (28%) auf 16,2 mg/l (212%), der pH von 6,98 auf 8,3, der Proteidammoniak-Gehalt von 0,075

auf 1,136 mg/l, der Sauerstoff-Verbrauch von 0,00 auf 2,22 mg/l, der Gehalt an Mg^{++} von 37,11 auf 61 mg/l, und der CO_3^{--} -Gehalt von 0 auf 16 mg/l. Gleichzeitig verminderte sich der Gehalt an Kohlensäure (freie CO_2) von 192 mg/l auf 0, der HCO_3^- -Gehalt von 572 auf 313 mg/l, der Ca^{++} -Gehalt von 106 mg/l auf 45 mg/l und die Gesamt-Härte von 24,5° (D. H.) auf 14,5° und der NO_3^- -Gehalt von 36 auf 2 mg/l.

Es sei erwähnt, dass für die Zunahme des Sauerstoffgehaltes und den Anstieg der Temperatur, weiterhin für die Verminderung des freien Kohlensäuregehaltes auch die Diffusion neben der Assimilation eine wichtige Rolle spielt. Für die Veränderungen der übrigen erwähnten Faktoren sind aber die Lebensprozesse entscheidend (Einzelwerte siehe in der *Tabelle*).

Es ist auffallend, dass wesentliche chemische Änderungen in verhältnismässig kleinen Abständen (etwa 10–20 m) und kurzer Zeit (10–30 Minuten) infolge der Assimilation im Bachwasser in der Natur eintreten können, obwohl es sich um gut gepufferte Gewässer (hoher Gehalt an $Ca(HCO_3)_2$) handelt. Verfasser betrachtet die chemischen Eigenschaften des Bachwassers in ihrer dynamischen Entfaltung.

Im Sinne MAUCHA's gehört das erforschte Wassersystem zu dem $HCO_3^- - Ca^{++} - Mg^{++} - \beta$ -limno Typ (*Fig. 2*).

Im Bach wird nach dem Ausdiffundieren (oder nach Verbrauch) des gelösten Teiles der aggressiven Kohlensäure biogener Kalk ausgeschieden. Der Kalk kann — von den Umständen und von den bei diesem Prozess eine wichtige Rolle spielenden Organismen abhängig — entweder in Form von kompakten Konkretionen, in schwammigen Massen oder dünnen bzw. dicken krustenartigen Schichten oder sogar in Form von schlammartigem feinem Staub ausgeschieden werden.

Wenn im Bach die Menge des gelösten Sauerstoffes an zwei Stellen während des Tages und während der Nacht festgestellt wird, macht die Differenz der zwei am Tage bzw. in der Nacht ermittelten Werte die Brutto-Sauerstoffproduktion aus. Diese Werte sind nach entsprechenden Messungen und Kalkulationen geeignet, die primäre Produktion im Bach anzugeben (Vgl. ODUM 1957).

Verfasser hatte entsprechende Rechnungen für die Romforrás-Quelle und ihr Rinnsal durchgeführt. Es würde angenommen, dass die Gesamtoberfläche des erwähnten Bächleins 0,01 Joch ausmacht, woraus seine primäre Produktion auf etwa 42 kg/Jahr geschätzt werden kann. Die oben beschriebene Methode scheint nach entsprechenden Modifikationen zur Bestimmung der primären Produktion der Fischteiche und im weiteren sogar zur Schätzung der Fischproduktion geeignet zu sein.

Es ist bekannt, dass die Wasserbewegung die Assimilation fördert. Eben die Wasserbewegung ist jener Faktor, der das Entstehen einer massenhaften Vegetation an sämtlichen Stellen des Baches zu ermöglichen scheint.

Der hohe aggressive Kohlensäure- bzw. Kalium-Gehalt der Romforrás-Quelle und der Kiskut I-Quelle stehen wahrscheinlich mit der in der Umgebung an mehreren Stellen wahrnehmbaren postvulkanischen Tätigkeit in Zusammenhang.

Der Nitratgehalt ist im Sommer wesentlich niedriger als im Winter. Dagegen fällt das Maximum des Proteid-Ammoniak-Gehaltes auf die Sommerperiode. Ebenso ist — besonders an üppig bewachsenen Bachabschnitten — die Sauerstoffsättigung im Sommer maximal. Diese Erscheinungen stehen mit den Lebensäusserungen der Pflanzen in engstem Zusammenhang.

Der Chemismus der Abschnitte älnlichen Charakters des Pécsely-patak-Baches und des Aszófői Séd-Baches weist weitgehende Ähnlichkeiten auf. In dem Bach entfaltet sich eine gut entwickelte „horizontale Sukzession“, derzufolge die einzelnen Cönosen in einer ihrer ökologischen Valenz entsprechenden bestimmten Reihenfolge auftreten. So befinden sich unmittelbar unter den Quellen Moospolster (pH im Bachwasser an solchen Stellen bis 7,8, freie Kohlensäure mindestens 13 mg/l), darunter Cyanophyceen-Massenvegetation, dann eine *Chara*-Zone und eine *Sium*-Wiese (eventuell *Batrachospermum*), denen andere Gewächse der *Glycerieto-Sparganietum* Assoziation folgen. Die horizontale Sukzession (ODUM 1957) ist ein abbrechbarer Prozess, der durch äussere Einflüsse in ein vorheriges Stadium zurückgekehrt werden kann. Von diesem Punkt kann sich die erwähnte sukzessionale Reihe im Raume wiederholen.

Nach Kenntnis der chemischen Faktoren und der Makrovegetation der erforschten Bäche kann mit weiterer Arbeit die Typologie der Bäche sowie der Bach-Abschnitte der Balaton-Gegend bearbeitet werden.