

nevezzük. Az eutrofizálódott ökoszisztémák módosítják egyensúlyi állapotukat. Az algákkal telített víz zöldes színűvé válik és eltűnik átlátszósága. A hatalmas növényi tömeg fény hiányában elfogyasztja légzésével a vízben levő oxigént, ami az állati szervezetek fulladását idézheti elő. Pusztulásuk után baktériumok bontják le az állati szervezeteket és a növényi sejteket egyaránt, ami úgyszintén nagy oxigénfogyasztással jár. Az így elindított lavinaszerű folyamatot súlyosbíthatják a tömegesen jelentkező kéalgák termelte mérgező anyagok. A szakirodalomban több mint 80, háziállatokra és emberre egyaránt mérgező hatású, kéalgák termelte toxint írtak le.

A tápanyagok és más tényezők (meleg, pangó víz, tápanyagarány stb.) bizonyos állása esetén az eutrofizáció ún. „vízvirágzást” (az algáknak a víz felszínén való lebegése) okozhat. A folyóvizeknél ez a virágzás többször végbemehet, ha az élőbevonat többször is elválik a vízfenéktől, a szerves anyagok lebomlásából származó gázok hatása miatt.

A hagyományos, aktív iszapot használó tisztító állomásokból kikerülő szennyvizeknek is igen nagy az ásványisó-tartalma, emiatt eutrofizációt okozhatnak. Át kellene vezetni őket a tisztítás ún. III. szakaszán, amikor ezeket a tápanyagokat különleges medencékben, vízínövények segítségével vonják ki.

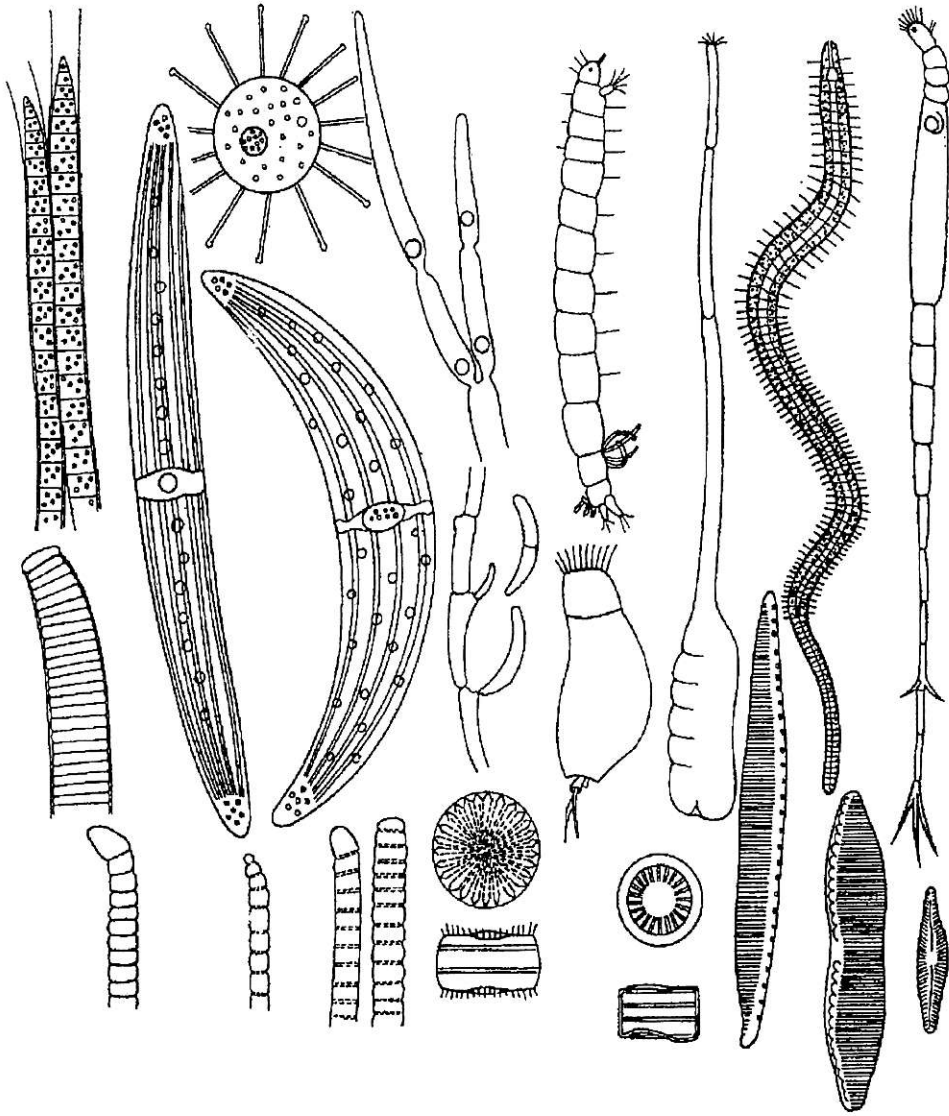
## **A szaprobionta rendszer**

Az előző fejezetben leírtak ismeretében a tudományos kutatók igyekeztek egy elfogadható rendszert találni, melynek segítségével jellemezhető és behatárolható a különböző szennyezettségi fokú vízszakaszok. Kolkwitz és Marsson (1908, 1909) dolgozták ki az ún. szaprobionta rendszert, amely a víz szerves anyagokkal való terheltségének fokozatait jellemző fajokat tartalmaz. A rendszer alapjául a vízi szervezetek azon tulajdonsága áll, mely szerint ezek különböző lebomlási szakaszokban levő anyagokkal képesek fejlődni. Ez arra a megfigyelésre támaszkodik,

hogy egy folyóban a szerves anyagokkal telített szennyező víz beömlése alatti részen több, különböző tisztaságú szakasz különíthető el. A szennyezettségi fok a távolsággal egyre csökken, ami a víz természetes tisztulására utal. Az élő szervezetekkel való benépesítés módozatait a rendelkezésre álló táplálék mennyisége és a környezet egyes fizikai-kémiai jellemzői, mint pl. az oldott oxigén mennyisége és a szerves anyagok bomlásából származó termékek koncentrációja befolyásolja. Egyes szervezetek jelenlétét a nagyon szennyezett szakaszokon ezeknek az adott körülményekkel szembeni magas fokú toleranciáját bizonyítja. Mások viszont kizárólag tiszta vizekben találhatók meg, ami a szennyezett környezettel szembeni érzékenységük következménye. A szaprobionta rendszerben mindkét csoportba tartozó fajokat használnak mint vízminőséget jelző (indikáló) szervezeteket. Ma már gazdag lista áll rendelkezésünkre a különböző vízszennyezettségi fokokra jellemző indikátor fajokból. Újra hangsúlyoznánk, hogy nem csak a faj pusztán jelenléte számít, hanem annak abundanciája és a biocönózisban betöltött jelentősége is nagy. Információnyerés szempontjából legfontosabbak az egyedszám és biomassza tekintetében domináns fajok, ami arra utal, hogy az adott helyen és időben fennálló tényezőkhöz ezek alkalmazkodtak a legjobban.

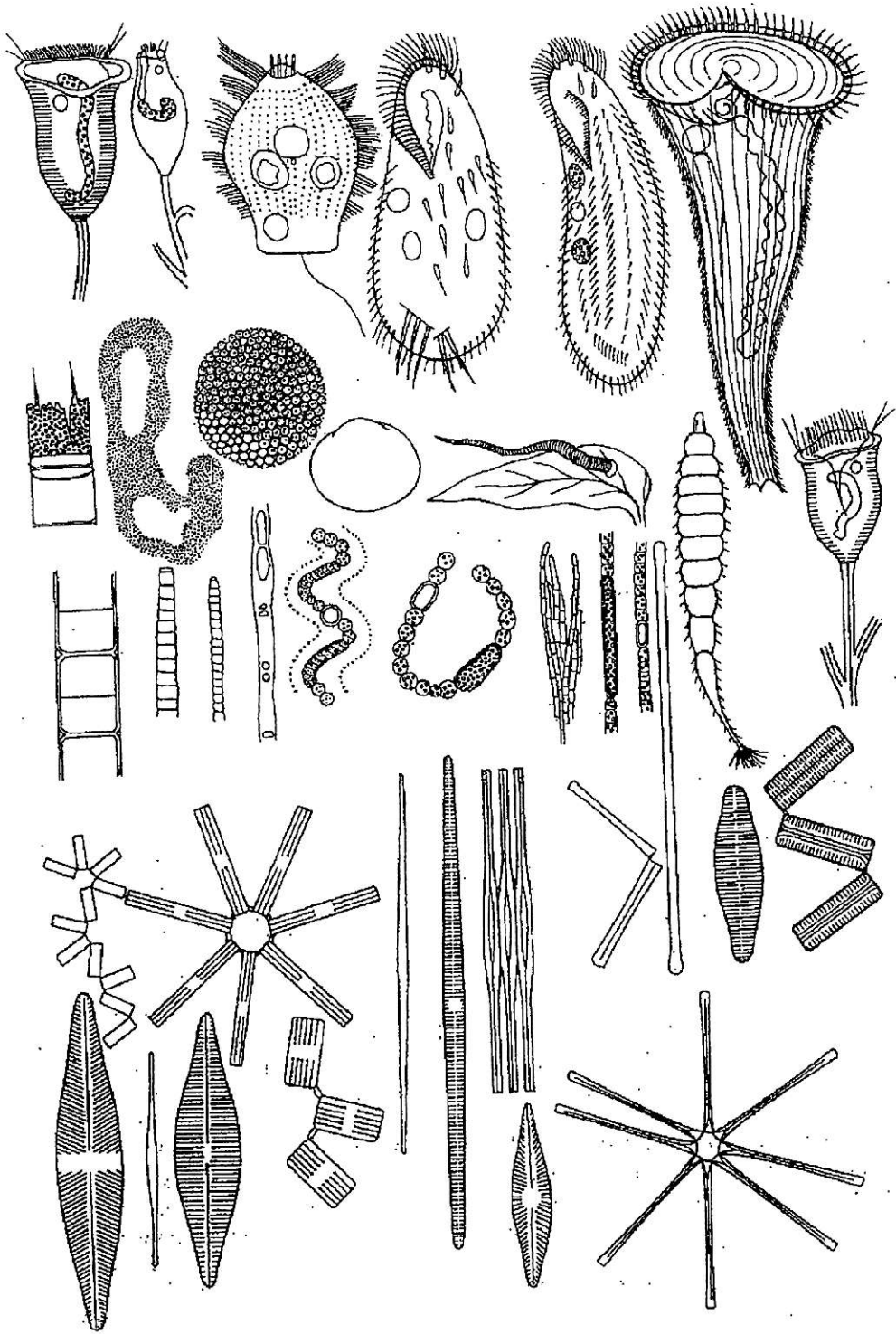
A rendszer szerzői a szerves anyagokkal való telítettség és a fizikai-kémiai jellemzők alapján a következő szaprobiológiai zónákat különítik el:

**1. Poliszabrobikus zóna** (jele p), a szerves anyagokkal maximálisan terhelt zóna, ahol ezek bomlása következtében erősen csökken az oldott oxigén koncentrációja. Az erjedési folyamatok eredményeként olyan anyagok képződnek, mint az ammónia és kénhidrogén, ami a víznek jellegzetes „nehéz” szagot kölcsönöz. A vízmedret fekete, szerves anyagokban gazdag iszap borítja. E zónában élő szervezetek ellenállóbbak a hipoxiás (kis  $O_2$  mennyiség) körülményekkel és az erjedés termékeivel szemben. Elsősorban baktériumok, baktériumokkal táplálkozó és szaprofág szervezetek érnek el nagy sűrűséget. Egy ml vízben pl. több mint egymillió baktériumcsíra lehet. Az *Escherichia coli* baktérium a háztartási és városi szennyvizekben, valamint a cellulózt, sört, tejtermékeket előállító gyárak szennyvizeiben található nagy számban. Igen jellegzetes a *Sphaerotilus natans* nevű fonalas baktérium, amely kövekhez, partokhoz rögzült telepei



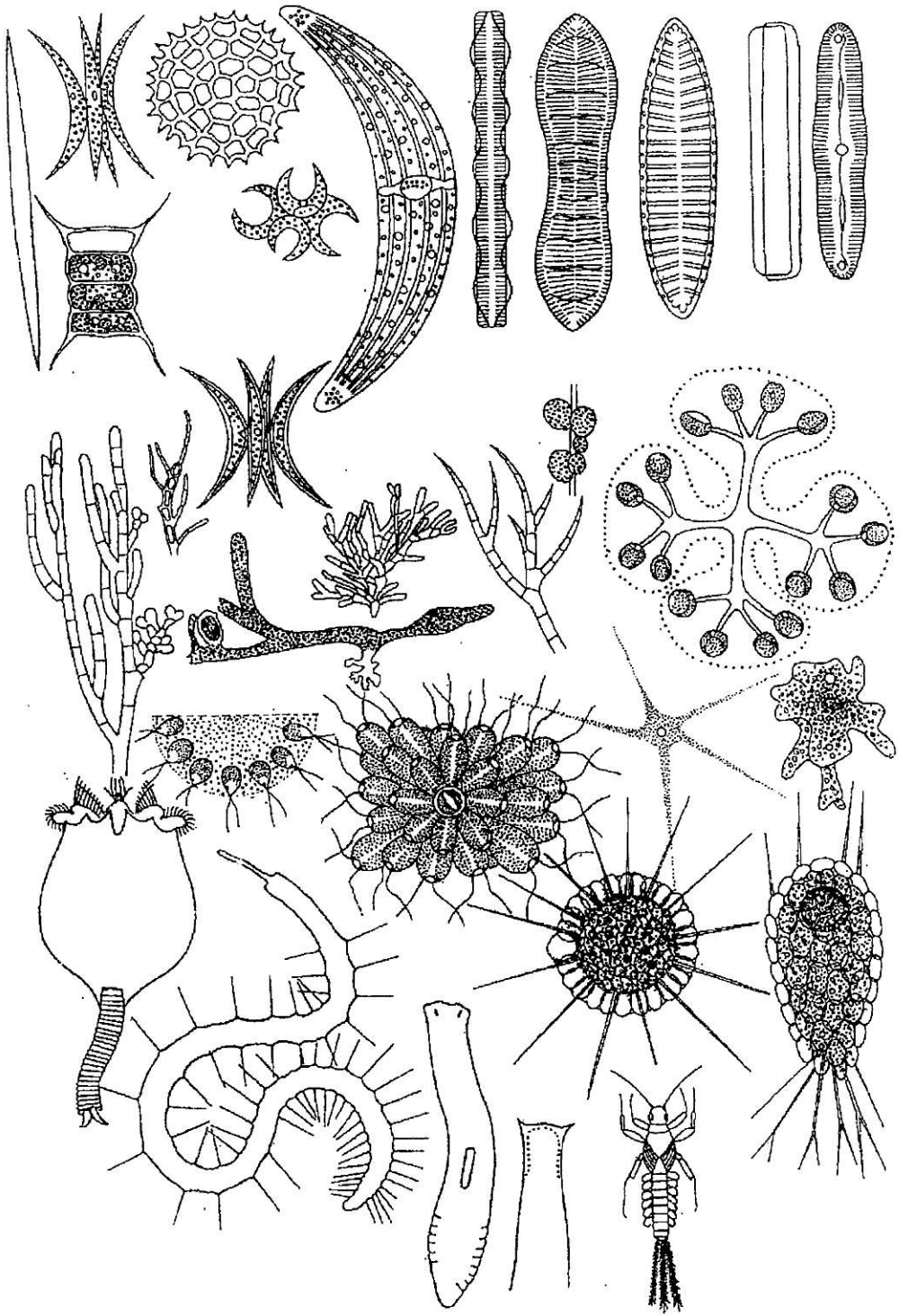
*Organisme care populază apele polisaprobe*

*Polisaprob vizekben élő szervezetek*



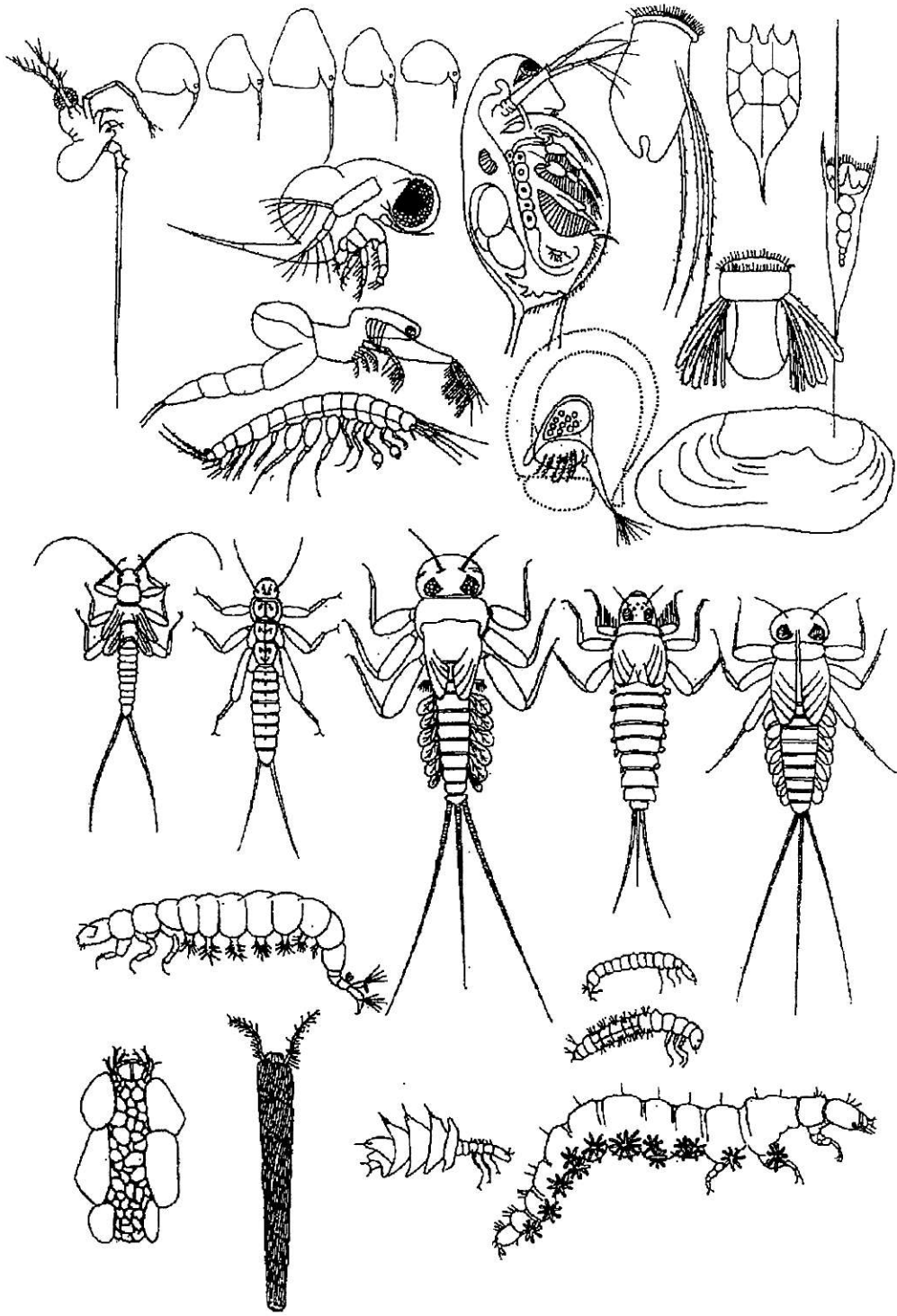
*Organismele apelor Alpha-mezosaprobe*

*Alpha-mezosaprob vizekben élő szervezetek*



*Organismele apelor Beta-mezosaprobe*

*Beta-mezosaprob vizekben élő szervezetek*



*Animalele zonelor oligosaprobe*

*Oligosaprobic vizekben élő állatok*

**2. Mezoszapróbikus zóna**, a közepesen szennyezett zóna, amely felosztható alfa-mezoszaprób zónára (a-m), ahol a redukáló folyamatok vannak túlsúlyban, de már megkezdődik az oxidáció, és **béta-mezoszaprób zónára** (b-m), ahol az oxidáló folyamatok dominálnak. Az a -mezoszaprób zónában a fitoplankton tömeges fejlődésnek indulhat, ún. vízvirágzást idézve ezzel elő. Nappal ez oxigénnel való túltelítettséget idéz elő, éjszaka pedig oxigénhiányt okoz. A szaprofita csírák száma bár még igen nagy, mégis kevesebb, mint a poliszaprób zónában, mintegy 100.000/ml. Túlsúlyban a kék- és zöldalgák, kovamoszatok, baktériumevő és egyes ragadozó szervezetek vannak. A halak közül az ellenálló fajok vannak inkább jelen, mint az angolna, ponty, kárász stb. A b-mezoszaprób zónában a víz tisztább, a szerves anyagok mineralizálódása előrehaladottabb, a biodiverzitás nagyobb. Megtalálható itt több makrofita, szivacs, mohaállatka, a csigák többsége, kagylók, rákok, rovarlárvák, a gerincesek közül meg a kételtűek és halak nagy része. E zónát benépesítő fajok jóval érzékenyebbek az oxigén koncentrációjának csökkenésére, a pH-változásra, általában a rothadási folyamatokat előidéző toxikus anyagokra.

**3. Oligoszapróbikus zóna** (o), a gyengén szennyezett zóna, ahol a szervesanyagok szinte teljesen mineralizálódtak, a folyót tisztavízi élőlények népesítik be. A víz tiszta, áttetsző, szervesanyagokban gazdag, az oldott oxigén koncentrációja megközelíti a telítettségi értéket. A baktériumcsírák száma 100/ml alá esik. Erősen fejlettek egyes rovarlárvák, mint pl. álkérészek, vízimohák (*Fontinalis sp.*), kovamoszatok, zöld- és vörösmoszatok.

Több kutató hozzájárulásával ez a rendszer egyre bővült, fejlődött. Így pl. bevezették a toxikus anyagoknak szervezetekre gyakorolt hatásait is, ami egy olyan fajskálát eredményezett, ahol a fajok a toxikus anyagokkal szembeni ellenállóképesség, illetve időbeni tűréshatárok szerint vannak elrendezve. Idővel a hangsúlyt nem a fajra, hanem az egész biocönózisra fektették, követve ennek változásait a különböző szennyezettségi fokoknak megfelelően. Fajrendszereket dolgoztak ki, amelyek egyes szervesanyagok, mint pl. a nátrium-klorid (halofil szervezetek, halos = só, filos = szeretni, kedvelni), kénhidrogén, vas, kalcium stb. jelenlétére utalnak. Ezekkel a bővítésekkel lényegesen emelkedett a rendszer alkalmazhatósága. Ezen kategóriáknak a különböző víztisztítási technológiákkal való összevetésével az elmélet gyakorlati alkalmazása is lehetővé vált.