

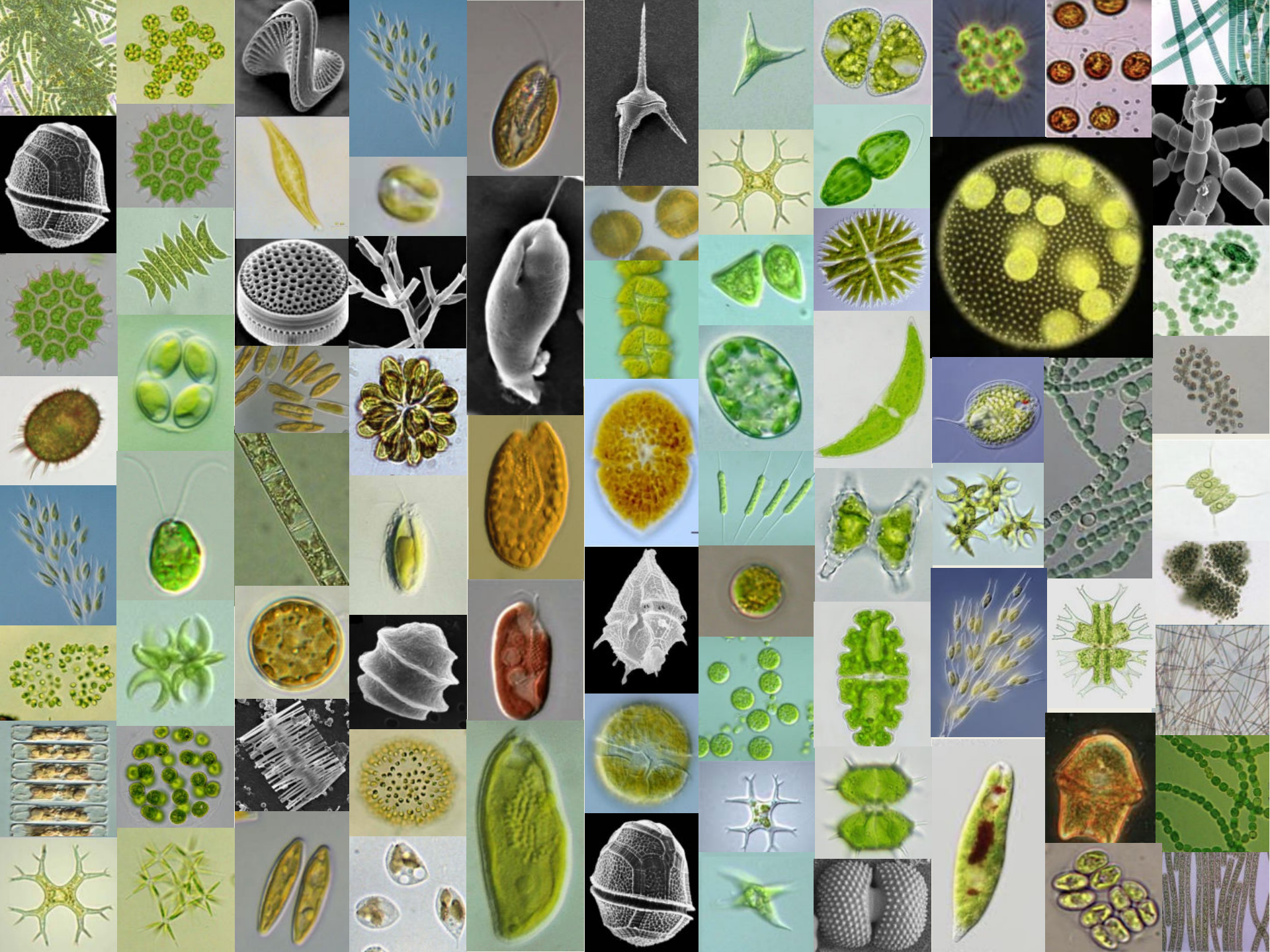
Algavirágzások története, jellege és autökológiája

Padisák Judit

BLKI, 2023. július 13.

Tihany





Vízvirágzás

Hagyományos/köznapi
értelemben: felszíni
jelenség

Tudományos értelemben:
mennyiségfüggetlen
populációdinamikai jelenség



Rejtőzködő vízvirágzások

Dinobryon sociale

- Az üledék bolygatása veszélyes lehet!

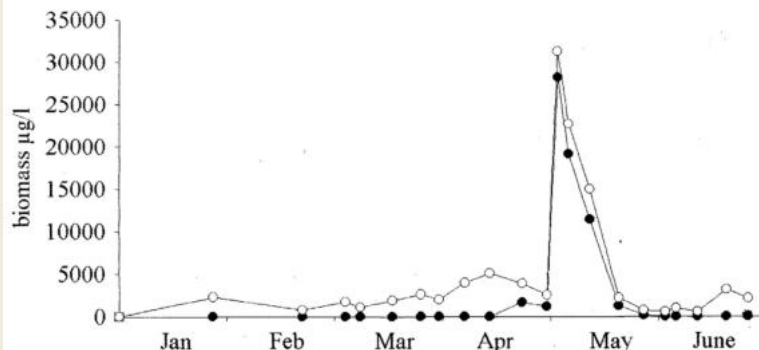
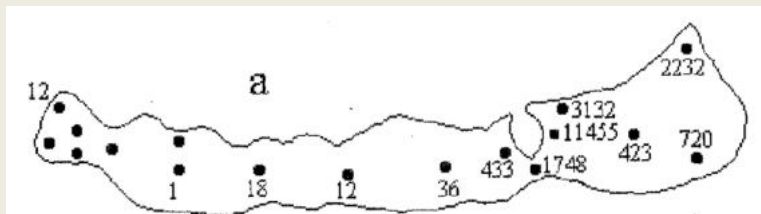


Figure 5. Phytoplankton biomass (O) and biomass of *Dinobryon sociale* (●) in Lake Balaton at Tihany in January-June, 1993.



Peridinium aciculiferum

- 1996. március 12, Keszthely, jég alatt
- 2,5 mg/L
- új volt a flórára



(*Ceratium furcoides*, 2019)



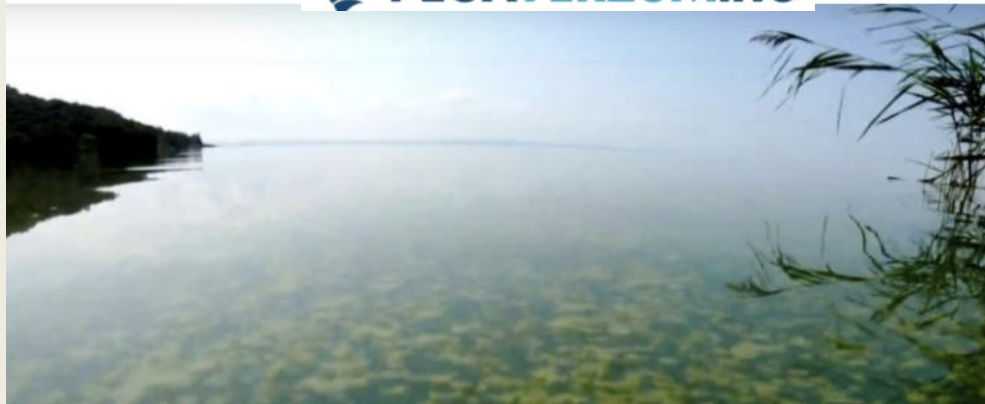
Újra megjelent a kékalga a Balatonban

Szerző: Gulyás J. Attila
Forrás: turizmus.com

2022. augusztus 26. 08:53

Megjelent a kékalga a Balatonban – videóval

2022. augusztus 26.



AGROTREND

AGRÁRGAZDASÁGI SZAKPORTÁL

Kulcs

HÍREK PIAC IDŐJÁRÁS GAZDÁLKODÁS TECHNIKA INNOVÁCIÓ BLOG FÓRUM

RENDEZVÉNYEINK

Eljött a szemléletváltás ideje

AlgafiX
élő balatoni alga

- 1 magasabb kén-tartalom
- 2 erősebb hajtásnövekedés
- 3 gyorsabb regeneráció
- 4 erősebb stressztolerancia
- 5 nagyobb...

FENNTARTHATÓSÁG

2021. július 09. péntek • 09:32

A kékalga visszatért a Balatonba

Fonals kékalga jelent meg a Balatonban a tó nyugati és déli partjainál, a Keszthelyi-medence mintegy felét érintve. „Ez nem az a fajta, amely 2019-ben algavirágzást okozott, hanem egy

24 HU



FARGA GYÖRGY / MTI



TUDOMÁNY

Kisebb algapánik söpört végig a Balatonon

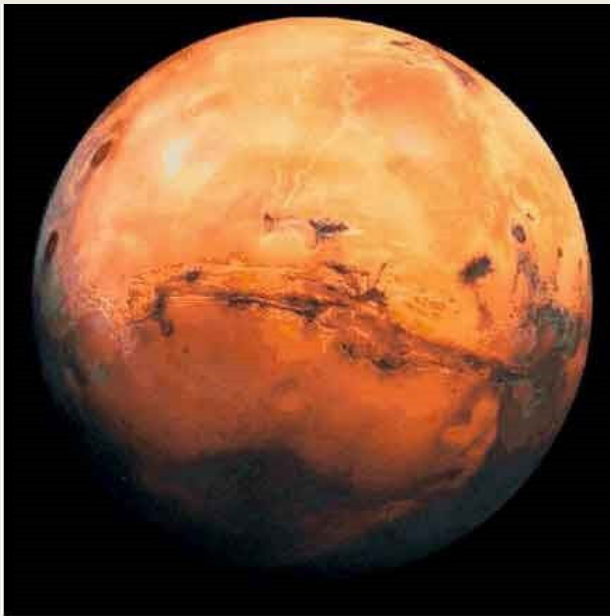
KIK (szándékos a nem “MIK”) azok a kékalgák?

Jók, vagy rosszak? Hasznosak vagy kártékonyak?

- *What strange creatures are they?* - asked little John.
- *Oh, they are very remarkable creatures. They are all around us, but only visible to good people, they live for ever; can be bothersome and can help, but if you will recognize them, and will be good to them, they can give you a lot of pleasure.* - answered the old witch.

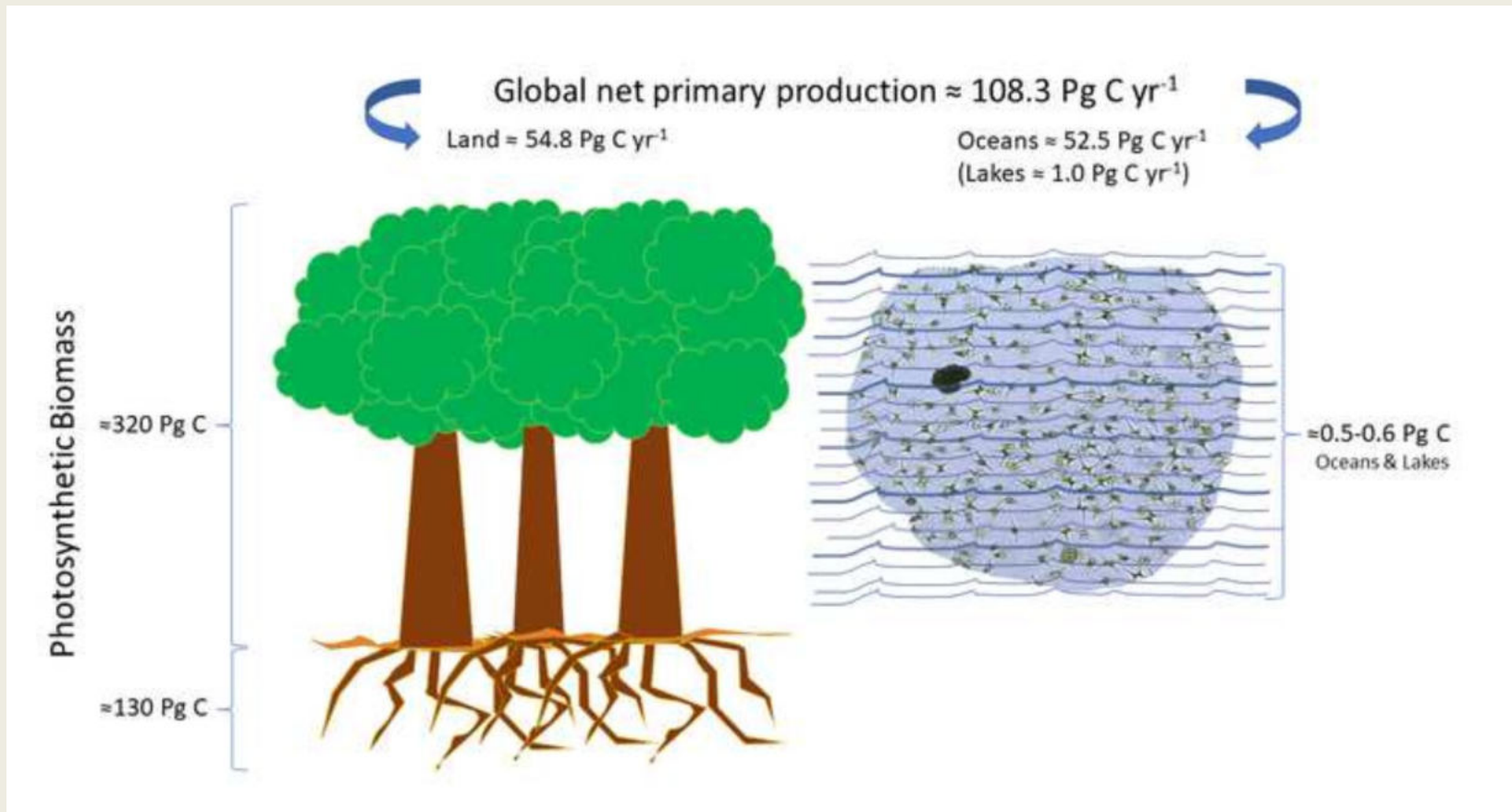
From Czech fairy tales, cited in Komárek & Anagnostidis (2005)

Cyanobacteria – a leghatékonyabb “bioszféra mérnökök”

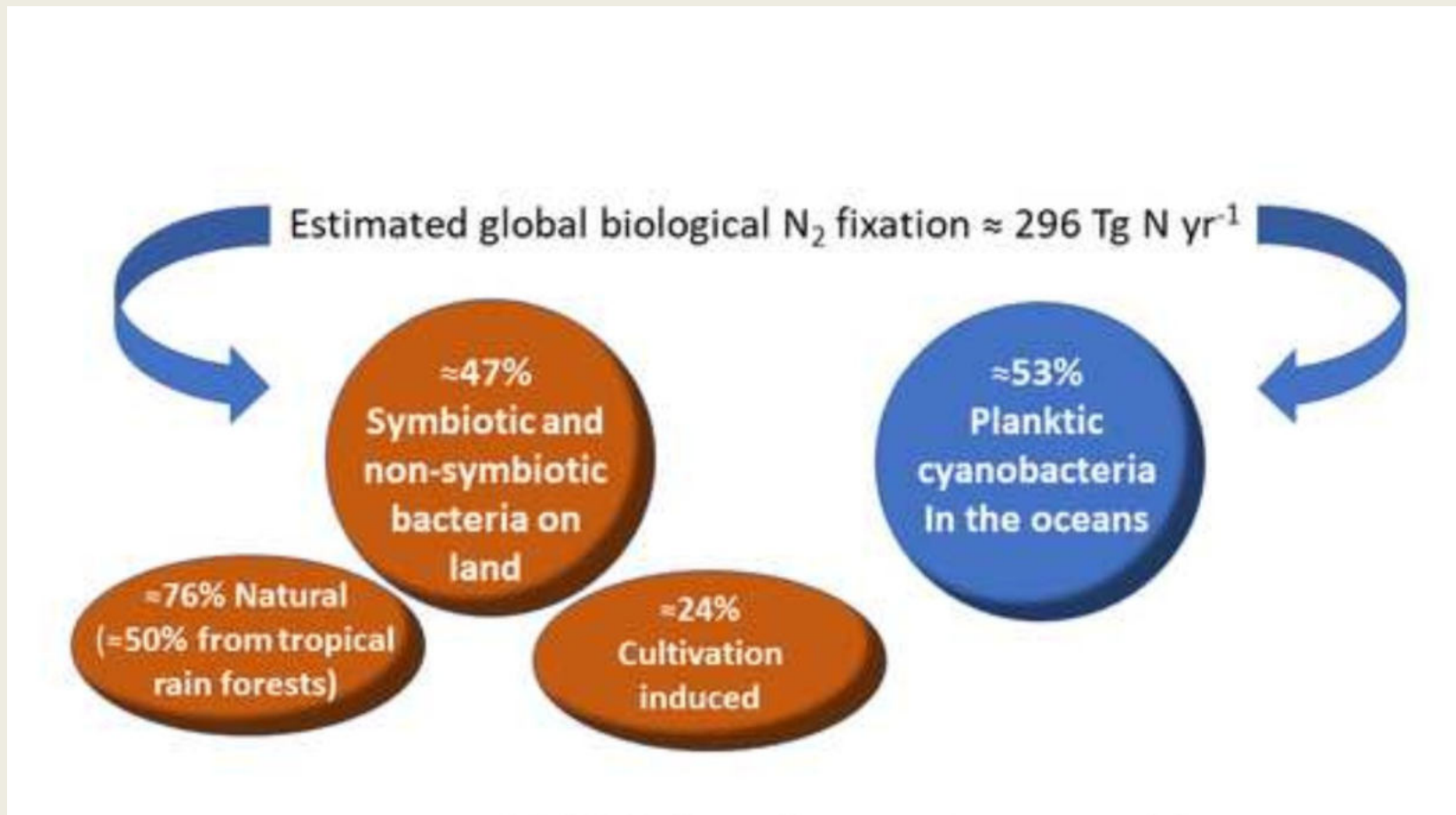


Az élet, ahogy mi azt ismerjük ma nem létezne, beleértve mi magunkat!

Jelenlegi atmoszferikus oxigénmérleg: a fitoplankton (köztük a kékalgák) termeli meg annak 49%-át! Nem a trópusi erdők azokat más miatt kell védeni!

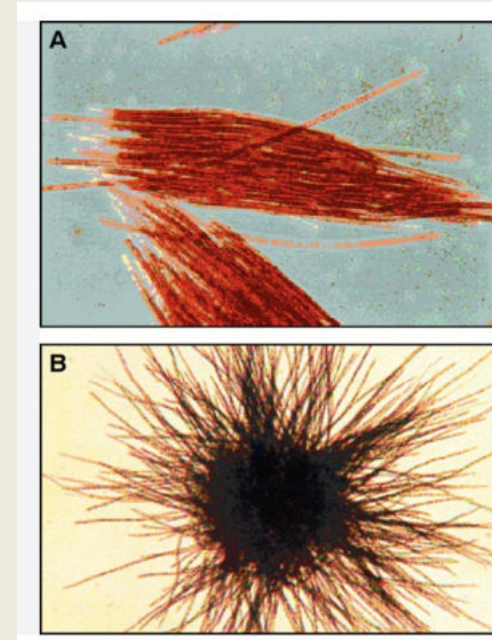
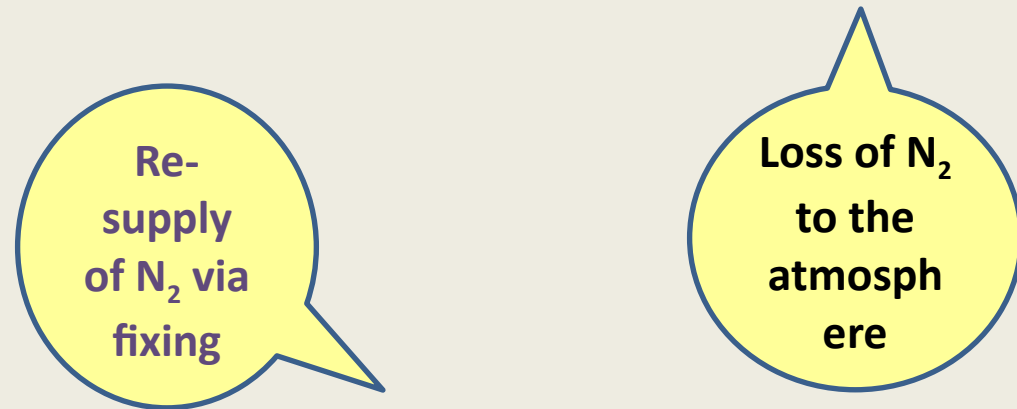


Tovább (kéalgák, baktériumok - főleg szimbiózisban pillangósvirágúakkal) innováció: a légköri nitrogéngáz megkötése



Kékalga (bakteriális) specifikus innováció: a légköri nitrogéngáz megkötése

Marine *Trichodesmium* spp.: 43%



Marine unicellular picocyanobacteria (do have the nitrogenase gene, lack oxygenic photosystem II): 49%

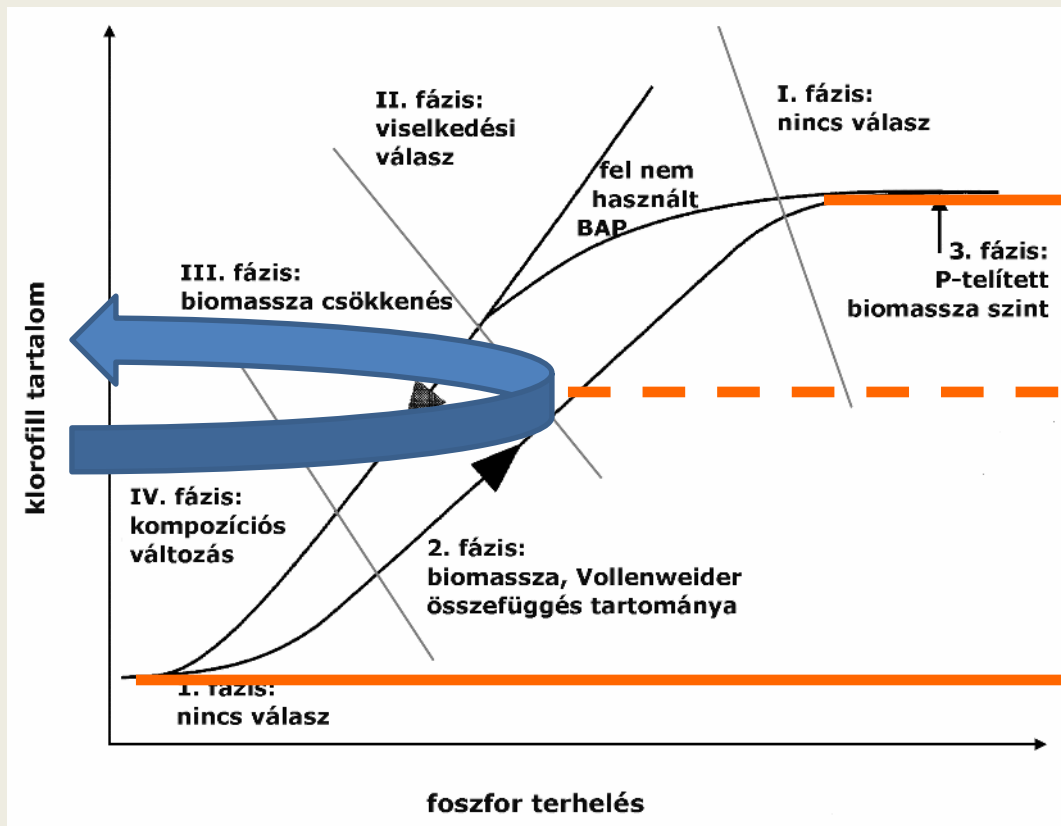
Marine diazotroph-diatom associations: 8%
Rhizosolenia-Hemiaulus



We could not suffice our N demand without them!

Eutrofizálódás

CYANOBAC-
TERIA
dominate



Eutrophication increases dominance of Cyanobacteria both spatially and temporally

Történeti áttekintés – kékalga virágzások

I. táblázat - Table 1

A Balatonból eddig leírt planktonikus heterocitás kék-alga fajok. - Planktonic heterocytic blue-green algae described from Lake Balaton.

| Taxon | Forrás/Reference |
|---|--------------------------------------|
| <i>Anabaena aphanizomenoides</i> Forti | Oláh et al., 1981 |
| <i>Anabaena contorta</i> Bachm. | Uherkovich & Lantos, 1987 |
| <i>Anabaena cylindrica</i> Lemm. f. <i>limnicola</i> Kol | Kol, 1938 |
| <i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb. var. <i>gracilis</i> Kleb. | Hortobágyi, 1943a, b |
| <i>Anabaena flos-aquae</i> f. <i>aptekariana</i> Elenk. | Hortobágyi, 1962 |
| <i>Anabaena flos-aquae</i> f. <i>jakutica</i> (Kissel.) Elenk | Hortobágyi, 1962 |
| <i>Anabaena planktonica</i> Brunth. | Hortobágyi, 1959 |
| <i>Anabaena scheremetievi</i> Elenk. var. <i>incurvata</i> Elenk. | Hortobágyi, 1948 |
| <i>Anabaena scheremetievi</i> var. <i>incurvata</i> f. <i>ovalispora</i> Schkorb. | Hortobágyi, 1946 |
| <i>Anabaena scheremetievi</i> var. <i>incurvata</i> f. <i>rotundospora</i> Elenk. | Hortobágyi, 1946 |
| <i>Anabaena solitaria</i> Kleb. | Padisák, publikálatlan (unpublished) |
| <i>Anabaena spiroides</i> Kleb. | Hortobágyi, 1943a |
| <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs | Istvánffy, 1897 |
| <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> var. <i>klebahnii</i> Elenk. | Tarnás, 1954 |
| <i>Aphanizomenon gracile</i> Lemm. | Hortobágyi, 1959 |
| <i>Aphanizomenon issatschenkoi</i> (Ussatzew) Proschkina-Lawrenko | H.-Bartha, 1974 |
| <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> Forti | Tarnás, 1959 |
| <i>Anabaenopsis circularis</i> (G.S. West) Miller | Uherkovich & Lantos, 1987 |
| <i>Anabaenopsis elenkinii</i> Miller | Hegewald et al., 1975 |
| <i>Anabaenopsis hungarica</i> Halász | Németh & Vörös, 1986 |
| <i>Anabaenopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Elenk. | Oláh et al., 1981 |
| <i>Anabaenopsis raciborskii</i> var. <i>longiscellula</i> Szalay | Uherkovich & Lantos, 1987 |
| <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Wolosz.) Seenayya & Subba Raju | Padisák, 1994 |
| <i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja | Tarnás, 1974 |

Microcystis spp. – szórt, partmenti

- 1934, 1960, 1961, 2015, 2022

Aphanizomenon flos-aquae – Keszthelyi-medence

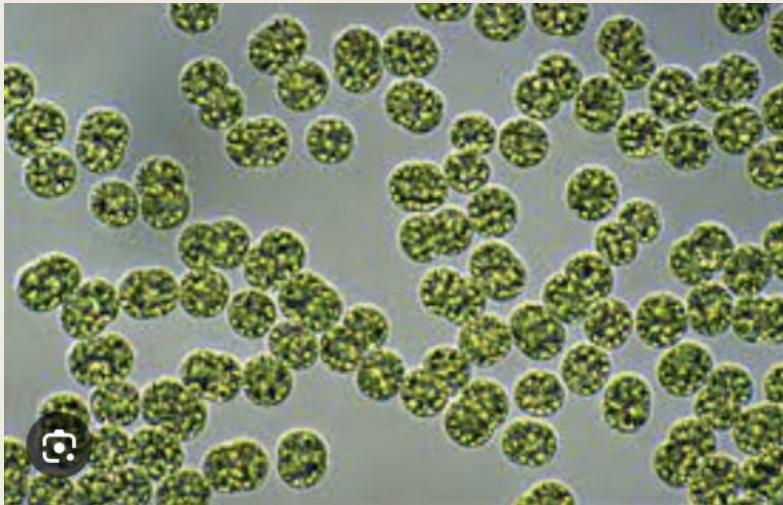
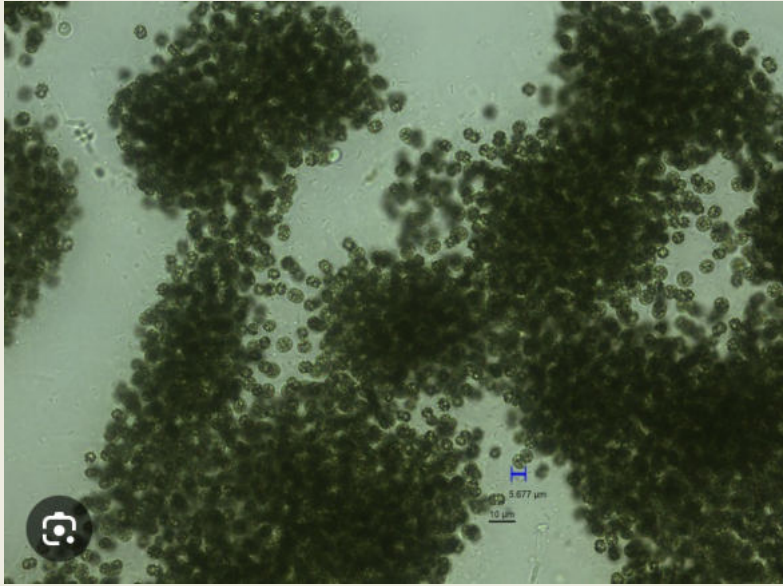
- 1966, 2019

Raphidiopsis raciborskii – egész tó

- 1982, 1992, 1994

Microcystis spp.

M. aeruginosa, *M. flos-aquae*



Microcystis spp. szórtan, part mentén

Nagy méret

- gyors vertikális mozgás (aerotópok)
- szűrésrezisztencia

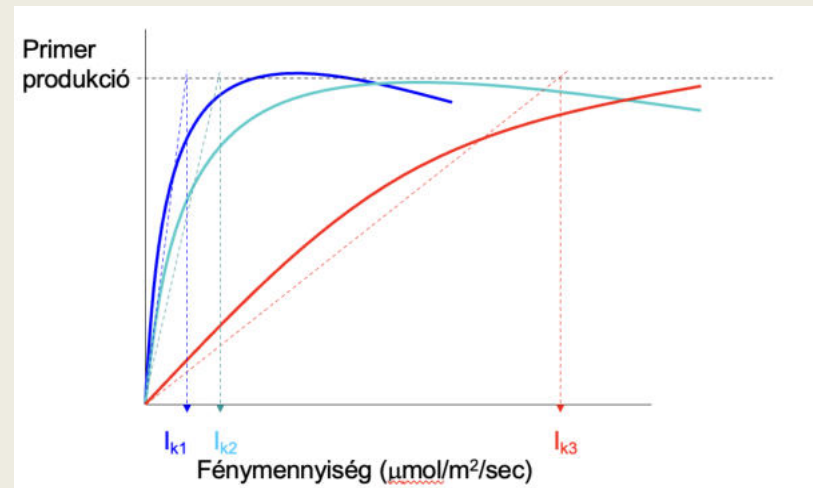
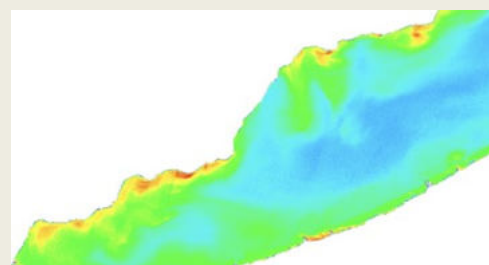
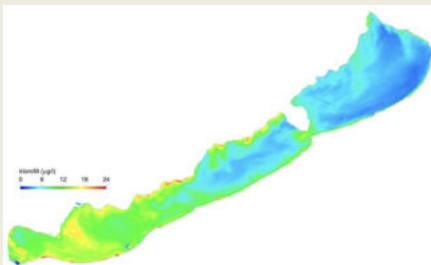
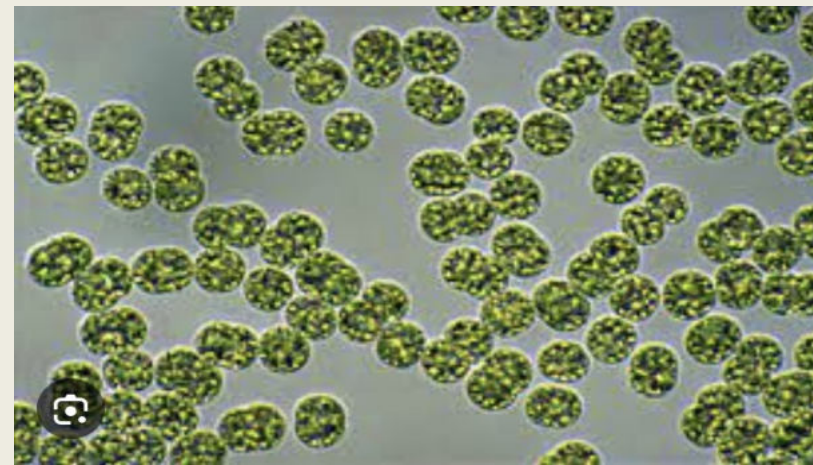
Napszakos ritmus

- Tápanyagfelvételi és fényhasznosítási stratégia, többi alga "leárnyékolása"

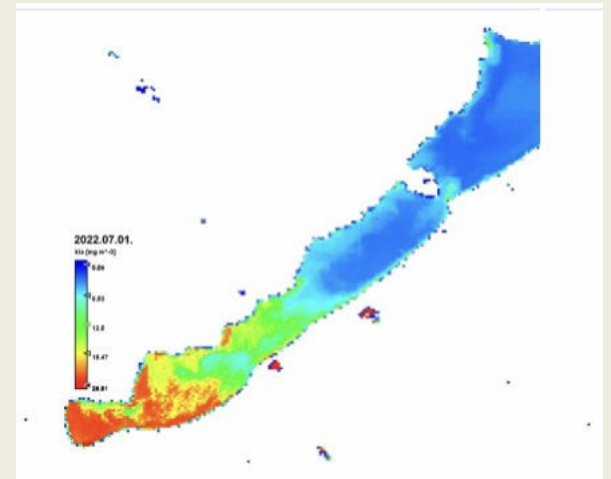
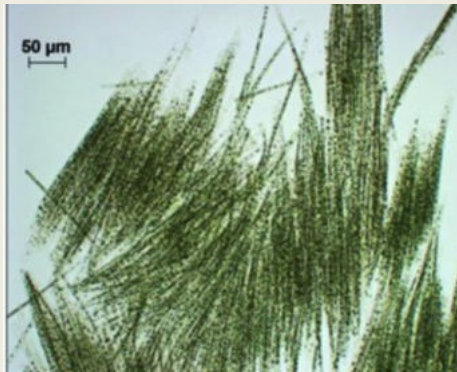
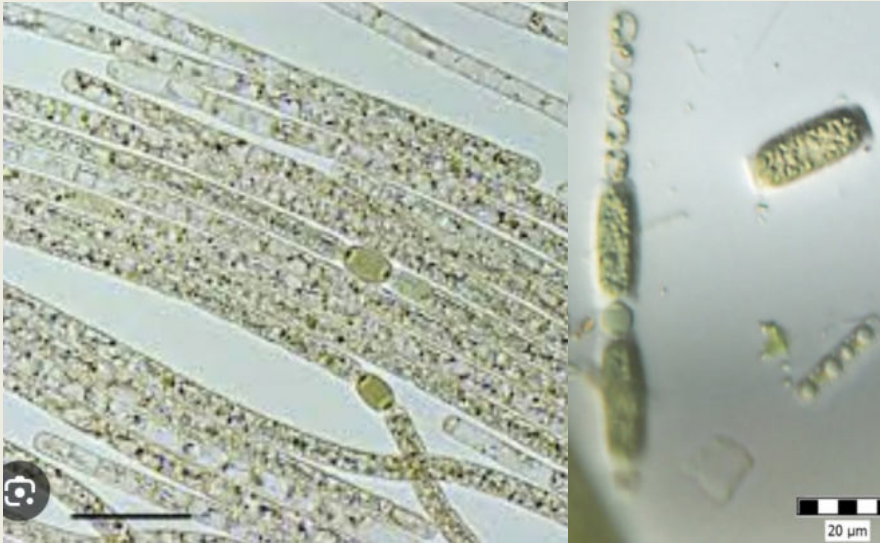
Lassú növekedés, nagy fényigény, bírja a direkt napsugárzást (nem okoz oxidatív stresszt)

Nincs kitartósejt (akínéta), de üledékben vagy jégbe fagyva áttelel

Oxidatív körülmények közt nem köt légköri nitrogént (de anaerob üledékben köthet)



Aphanizomenon flos-aquae Keszthely, 1966, 2019



Aphanizomenon flos-aquae

Keszthely, 1966, 2019

Nagy méret

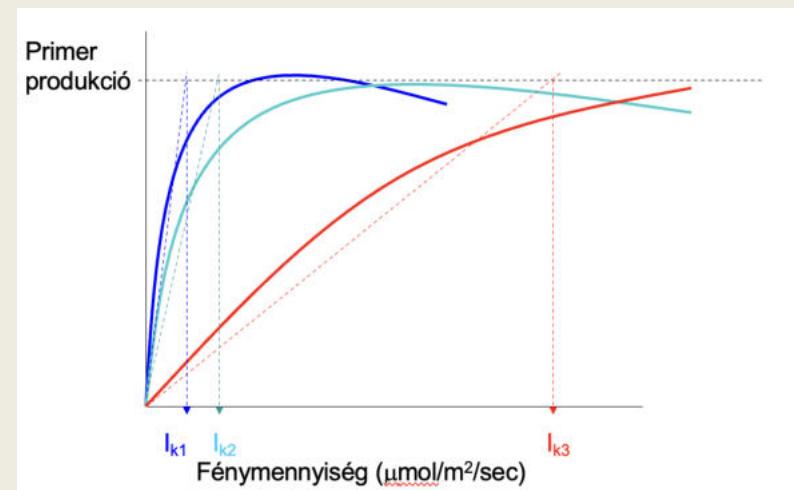
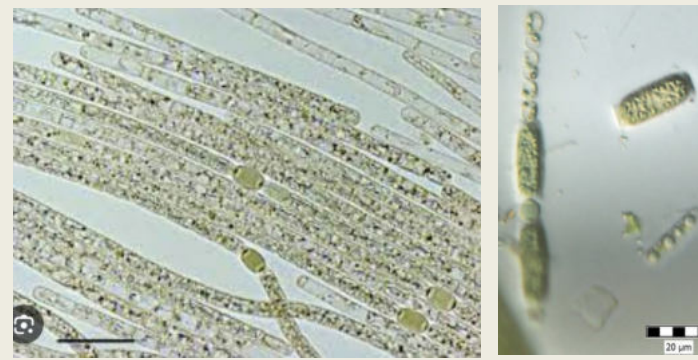
- gyors vertikális mozgás (aerotópok)
- szűrészrezisztencia

Nincs napszakos ritmus, de képes gyors vertikális. mozgásra

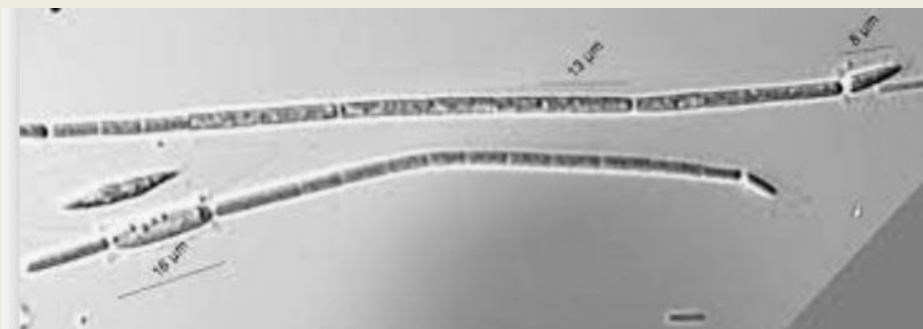
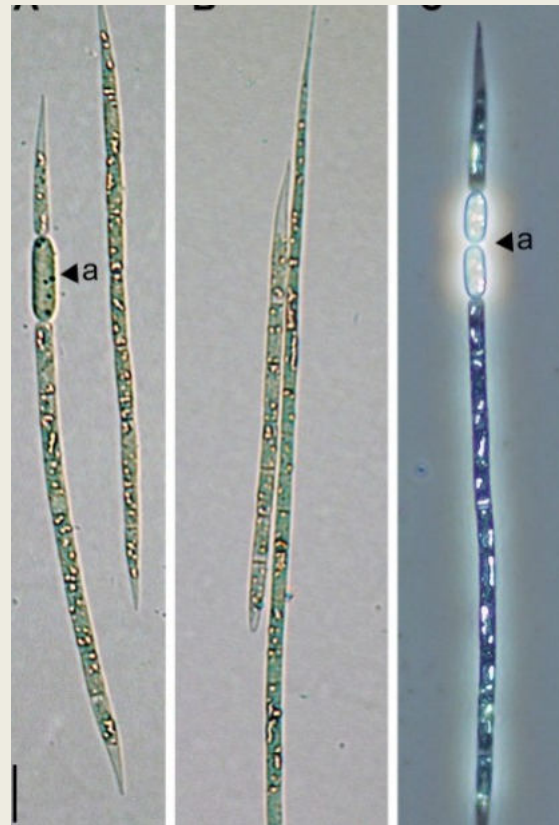
Relatív gyors növekedés, mérsékelt fényigény, nem bírja a direkt napsugárzást (oxidatív stressz) - fénygátlás

Van kitartósejt (akinéta), ami feltehetően nem asszimilál tápanyagot, "csak" az üledékben áttelel, de a fonalak is áttelelhetnek. Hirtelen P-terhelés (üledék anaeróbia) hatására alakul ki vízvirágzás. Nettó fotoszintézis 2°C-on

Köt légköri nitrogént (heterocita)



Raphidiopsis raciborskii egész tó 1982, 1992, 1994



Raphidiopsis raciborskii egész tó, 1982, 1992, 1994

Kis méret

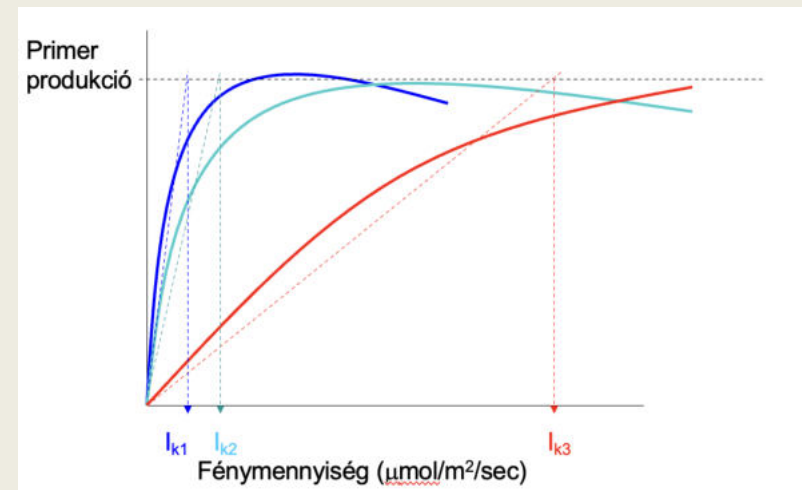
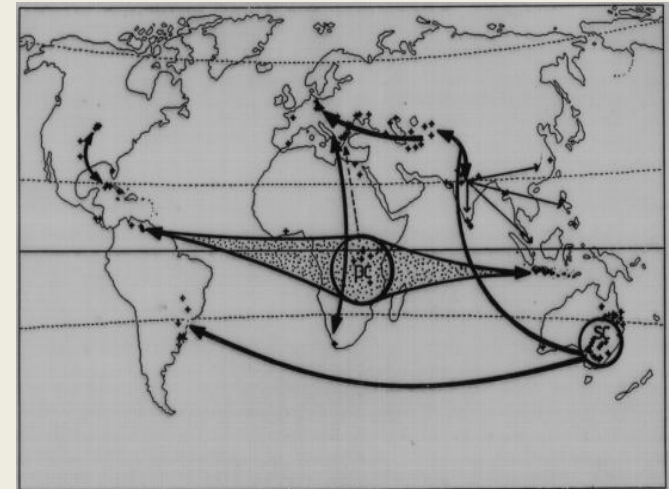
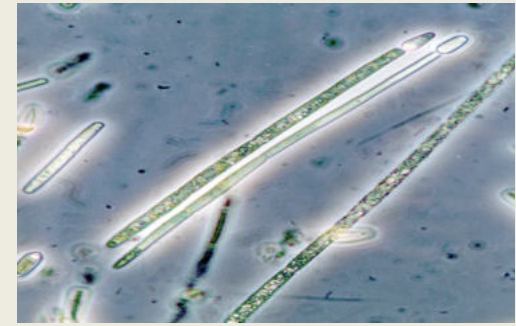
- szűrészrezisztencia mérsékeltebb, de “szita”

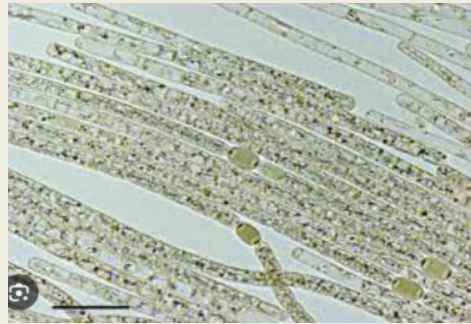
Nincs napszakos ritmus, nem képes gyors vertikális mozgásra (de nem is “akar”), nincs felszíni vízvirágzás

Gyors növekedés, alacsony fényigény, nem bírja a direkt napsugárzást (oxidatív stresszt) – fénygátlás; nincs felszíni vízvirágzás

Van kitartósejt (akinéta), ami télen foszfort asszimilál az üledékben (5-6 osztódásra elég) – kompetitív stratégia; nem kell anaerob üledék miatti hirtelen P-felzabadosulás

Magas hőmérsékletet igényel (főleg az akinéta csírázása), kiváló terjedőképesség





| | | |
|-----------------------------|---|--|
| aggregáció | <i>Aphanizomenon</i> köteggépző | <i>Raphidiopsis</i> magányos |
| elterjedés | nordikus | Pantropikus, temp. |
| hőmérsékletigény | alacsony | magas |
| csírázási hőm. | 16-17 °C | 20-21 °C |
| akinéta P-assz. | nem | igen (sok) |
| N-kötés | igen | igen |
| felszíni vízvirágzás | igen | nem |
| magas vízállás - vv | segíti | gátolja |



A fitoplankton fajok száma globálisan több ezerre tehető s számos faj (nem csak a kéalgák) okoz vízvirágzásokat világszerte. Megtermelik a Föld légkörének légköri oxigénkészletének 48%-át, s a tengeri kéalgák kötik meg a légköri nitrogén 53%-át.

A Balatonban időnként előfordulnak „észrevétlen”, nem-kéalgás vízvirágzások (pl. *Dinobryon sociale*, *Peridinium aciculiferum*), de legjelentősebbek a kéalgák. Az első dokumentált vízvirágzást (1934) a **világszerte elterjedt *Microcystis*** fajok okozták, melyek azóta is okoznak főleg helyi jellegű, partközeli, felszíni vízvirágzásokat. E fajok jellemzője, hogy sejtjeik gömb alakúak, nagy kolóniákba tömörülnek, emiatt 1) a zooplankton számára nem szolgáltatnak tápanyagot; 2) sekély vizekben gyorsan, s napszakosan vándorolnak az üledék a vízfelszín között. Az üledékfelszínen tápanyagokat vesznek fel, a vízfelszínre emelkedve fotoszintézis közepette ezeket biokémiai folyamataikban makromolekulákba építik be. A felszínen tartózkodván „leárnyékolják” a vízoszlopot, melynek következtében a többi fitoplankton faj fénylimitálttá válik. Lassú a növekedésük, viszont a direkt napsugárzás sem károsítja fotoszintetikus rendszerüket, légköri nitrogént átlagos állapotok mellett nem kötnek. Kitartósejtet (akinéta) nem képez, de kolóniái akár jégbe fagyva is képesek áttelelni.

Az ***Aphanizomenon flos-aquae* északi elterjedésű (nordikus) faj**, első vízvirágzásáról 1966-ban számolt be egy közlemény, s ez a faj okozta 2019-ben a Balaton nyugati területeire kiterjedő vízvirágzást. Fonalas szerveződésű faj, s fonalai szabad szemmel is látható kötegeket képeznek. Emiatt a *Microcystis*-hez hasonlóan szűrészrehasznosító, s képes gyors vertikális helyzetváltoztatásra. Populációnövekedése gyors, mérsékelten árnyéktűrő, a direkt napsugárzás fotoszintetikus rendszerét károsítja, ekkor elveszti helyváltoztató képességét, s a felszínen gusztustalan, bomló tömegként halmozódik fel. A hideg időszakot akinéták formájában vészeli át, melyek ezidő alatt jelenlegi tudásunk alapján nyugalmi állapotban vannak, nem vesznek fel foszfort, s már 16-17 °C-on kezdenek csírázni a következő évben. Emiatt a nyári vízvirágzás kialakuláshoz hosszú ideig csendes víztükörre van szükség, mely időszak alatt a szél nem keveri át a vizet, az üledék oxigéntartalma csökken, ami miatt az ásványi részecskékhez (vasoxi-hidroxid, kalcit) kötött foszfor felszabadul, ezzel „táplálván” a vízvirágzás kialakulását. A növekedéshez szükséges légköri nitrogént speciális sejtekben, ún. heterocitákban képes megkötni ezzel fedezve nitrogénhiányát. Ismeretes olyan irodalmi adat, mely arról számolt be, hogy a faj jég alatt is képes fonalak formájában áttelelni, sőt jég alatti vízvirágzást okozni.

A ***Raphidiopsis* (Cylindrospermopsis) *raciborskii* trópusi eredetű faj**, mely a 20. század közepétől az összes kontinens mérsékelt övi területeire is elterjedt, Európában jelenleg az Észak-Németorszáig. A Balatonban az 1970-es években jelent meg, s 1982-ben, 1992-ben és 1994-ben az egész tóra kiterjedő vízvirágzást okozott, mely kevésbé volt „látványos” mint az előző két faj vízvirágzásai, mert fonalai a vízben egyenletesen oszlanak el, nem emelkednek a vízfelszínre. Nagyobb kötegeket vagy kolóniákat nem képez, de amennyiben nagy tömegben fordul elő, a zooplankton szűrőkészülékét eltömi. Rendkívül árnyéktűrő, nagyon fényérzékeny – vagyis erősebb napsugárzás hatására fotoszintetikus rendszere károsodik. Az őszi, hidegebb időszak beálltával nagy mennyiségű akinétát képez (ez jó terjedőképességének egyik összetevője), melyek télen képesek arra, hogy az üledékből annyi foszfort vegyenek fel, mely később 5-6 osztódásra is elég. Ellenben 20-21 °C-os üledékhőmérsékletre van szükség ahhoz, hogy az akinéták kicsírázzanak ezért voltak elszórtak az évek, melyekben a múltban vízvirágzást okozott. Nitrogénhiányát a légköri nitrogén megkötésével fedezni tudja.

A fentiekből következik, hogy olyan, hogy „A” kéalga nincs: ez egy sok fajból álló csoport gyűjtőneve, s az egyes fajok morfológiai megjelenésüket tekintve és számos ökofiziológiai sajátosságuk terén is igen különbözőek.