

Fitoplankton – sukcesja sezonowa

Iwona Jasser
Zakład Ekologii i Ochrony Środowiska

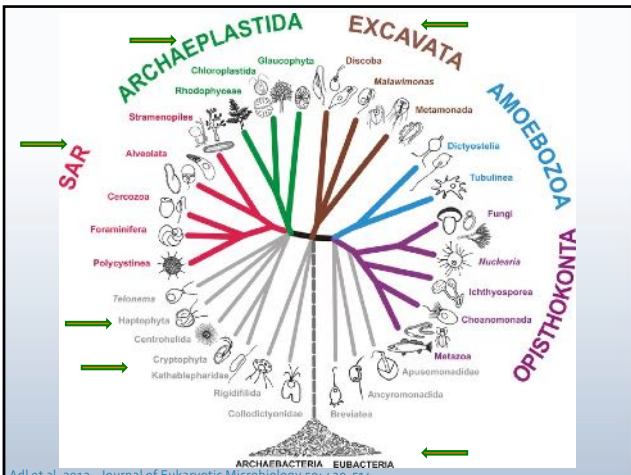


1



j. oligotorficzne j. mezotroficzne
j. eutroficzne j. eutroficzne-zakwit


2



3

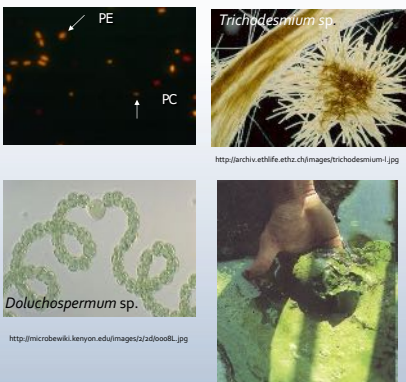
Podział fitoplanktonu ze względu na przynależność taksonomiczną

Nazwa zwyczajowa	Nazwa łacińska (klasa)
Sinice	Cyanobacteriae
Okrzemki	Bacillariophyceae
Złotowiciowce	Chrysophyceae
Zielenice	Chlorophyphyceae
Bruzdnice	Dinophyceae
Kryptofity	Cryptophyceae
Eugleniny	Euglenophyceae
Haptofity	Haptophyta (Typ)



4

Cyanobacteriae



Trichodesmium sp.

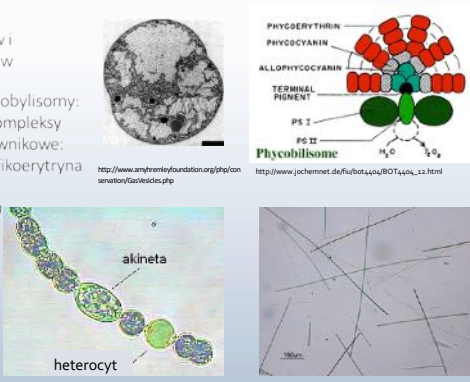
Dolichospermum sp.

- Prokaryota
- Jednokomórkowe lub kolonijne
- Pikoplankton (*Synechococcus*) najliczniejsze organizmy fitoplanktonowe
- Wiele wiąże azot atmosferyczny
- Stromatolity
- Symbiontyczne
- Tworzą zakwity i produkują toksyny

5

Cyanobacteriae – budowa

- Brak jądra, chloroplastów i mitochondriów
- Tylakoidy i fikobilisomy: chlorofil *a* i kompleksy białkowo-barwnikowe: fikocyjanina, fikoerytryna i allocyjanina
Trichodermium erythraeum
- Aerotopy
- Heterocyty
- Akinety



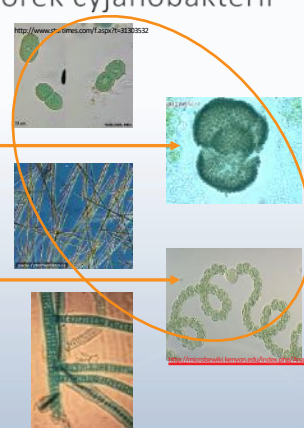
PHICOERYTHRIN
PHICOYANIN
ALLOPHICOYANIN
TERMINAL PIGMENT
PE I
PE II
Phycobilisome

akineteta
heterocyt

6

Organizacja komórek cyjanobakterii

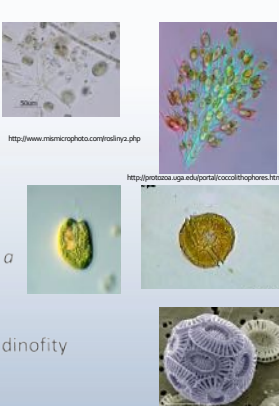
- Formy jednokomórkowe (kokkalne) – *Synechococcus*
- Kokalne kolonie wielokomórkowe (*Woronichinia* sp.)
- Nitkowate nie tworzące heterocytów
- Nitkowate tworzące heterocyty, nierozgałęzione
- Nitkowate tworzące heterocyty, rozgałęzające się



7

Supergrupa SAR (Stramenopiles Alveolata Rhizaria)

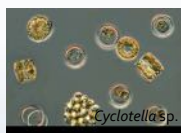
- Zwykle jednokomórkowe
- Niektóre tworzą kolonie
- Różne barwniki obok chlorofilu *a*
- m.in. złotowiciowce, okrzemki, dinofity



8

Okrzemki (Bacillariophyceae)

- Bardzo różnorodne i liczne
- W wodach słodkich oraz morzach i oceanach – w wodach chłodnych
- Ściany komórkowe z krzemionkowymi pancerzykami – formy kopalne
- Komórki bez wici, komórki rozrodcze z wicią
- Barwniki: chlorofil *a* i *c*, fukoksantyna
- 2 grupy: centryczne i pennate (bilateralna symetria)
- Ściana z krzemionką



<http://www.biol.b.ccer.torontoimage/da279/tao015-2282a8tpe-1>



<http://www.datonior.eu/Diatomee/diatomee/bif/Navicula.jpg>

9

Organizacja komórek okrzemek

- Zwykle jednokomórkowe
- Niektóre tworzą łańcuchy
- Lub gwiaździste kolonie



http://www.hs-niederrhein.de/medien/bachelor_degrees/major/bachelor_of_Science/Biology/Nature_Trail/MicrobialEcology/Freshwater_Algae_Diatoms/asterionella.jpg



Aulacoseira sp.



Cyclotella sp.

10

Złotowiciowce (Chrysophyceae)

- Złoto-brązowe
- Chlorofil *a* i *c* oraz fukoksantyna
- Jednokomórkowe lub kolonijne tworzące np. krzaczkę
- Autotroficzne ale i miksotroficzne, konsumenci bakterii i pikocyjanobakterii
- Głównie wody słodkie, ale też morskie, lekko kwaśne ($\text{pH} < 7$), wody chłodne
- Ściana kom. cellulozowa + zw krzemu lub wapnia
- Cysty przetrwalne skamieniałe



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Microfoto.de-Dinobryon_divergens.jpg



Malomonas sp.



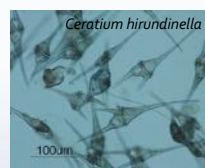
Chromulina sp.

http://www.primfactory.de/Science/Photos/Karrikaturen/zoologien/Ende/Algen/images/Malomonas/float_p120.JPG
http://protoc.ihonk.ac.jp/ob/m/mage/asterionellaphyta/Chromulina/05_05.html

11

Bruzdnice (Dinophyceae)

- Jednokomórkowe z celozowym pancerzem, kolce
- 2 wici, dłuższa i krótsza
- Ok 50% autotroficzne i 50% heterotroficzne
- Barwniki: chlorofil *a* i *c*, B karoten, peridinin oraz fuko- i gyroksantyna
- Kolor żółto-brązowy
- Pływają do $1,8 \text{ m h}^{-1}$, do 20 m d^{-1}
- Toksyczne gatunki, często autotroficzne, głównie morskie



Ceratium hirundinella



Peridinium willei

<http://www.br.vall-wagyer.de/Dinoflagellaten-englisch.html>

12

Bruzdnice



Alexandrium tamarense

20 µm

<http://contento.eol.org/content/2008/2/21/276909>



Noctiluca scintillans

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/62/Noctiluca_scintillans_unica.jpg

- Głównie morskie (1700 gat), słodkowodne ok 200 gat.
- Tworzą zakwity: *Karenia brevis*, *Alexandrium tamarense*, *Noctiluca scintillans*, *Pfiesteria piscicida* – toksyczny, skomplikowany cykl rozwojowy
- Luminescencja
- Phagotrofia
- Pazyty



Karenia brevis

<https://www.flickr.com/photos/myfuc2/3966093/>



Pfiesteria piscicida

http://uncw.edu/ivem/univer_tutorial/2pfiesteria.jpg



13



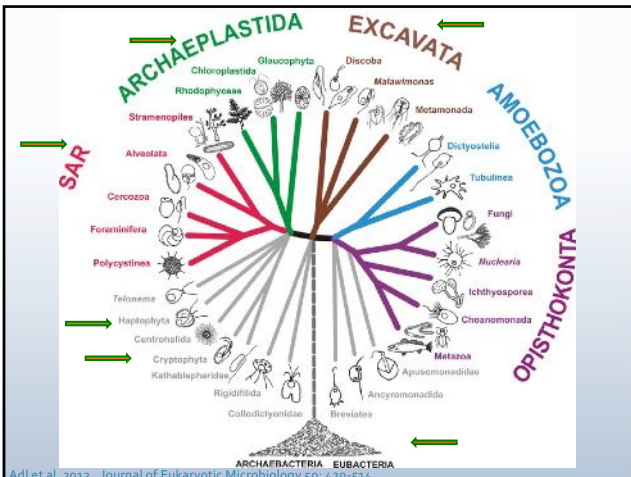
Noctiluca scintillans



Karenia brevis


Luminescencja i czerwone zakwity (red tides)

14




15

Kryptofity (Cryptophyceae)



Cryptomonas sp.

http://forum.mikroskopia.pl/arkady/membly_21_2008/201-20-122702969.jpg




Rhodomonas sp.

http://www.kk.kit.gu.jp/222045_DE/tep-24557447933f8

- Pozycja filogenetyczna do weryfikacji
- Jednokomórkowe
- Dwie wici
- Barwniki chlorofil a i c, karoten, fikoerytryna albo fikocyjanina
- Kolor zielony, czerwono-brunatny, żółtawy
- Materiał zapasowy skrobia, pirenoidy
- W wodach słodkich oraz morzach i oceanach,
- Wody chłodne
- Miksotroficzne i heterotroficzne

16

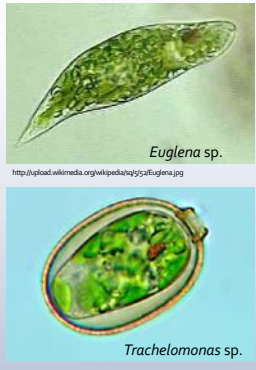
Haptofity (Haptophyta)



- Jednokomórkowe lub kolonijne
- Dwie wici i haptonema
- Barwniki chlorofil *a* i *c*, β -karoten,
- Kolor żółtawy, czerwono-brunatny, złotawy
- Głównie w morzach i oceanach, wody słone, wody chłodne
- Autotroficzne, miksotroficzne i heterotroficzne
- *Phaeocystis globosa* - tworzy szkodliwe zakwity (HABs) (bez toksyn)
- Prymnesium – HABs i wytwarza toksyny

17

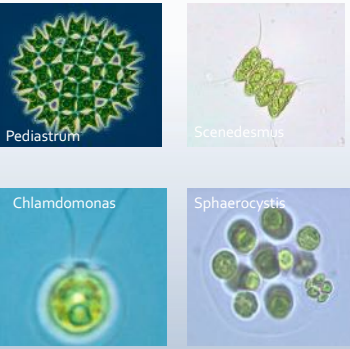
Eugleniny (Euglenophyceae)



- Królestwo Excavata
- Jednokomórkowe
- Uwicione (2 wici)
- Autotrofy, mixotrofy, heterotrofy, auktotrofy
- Chlorofil *a* i *b*, B-karoten,
- Zielone, niektóre czerwone
- Materiał zapasowy – paramylon
- Żyzne, bogate w mat. organiczną wody

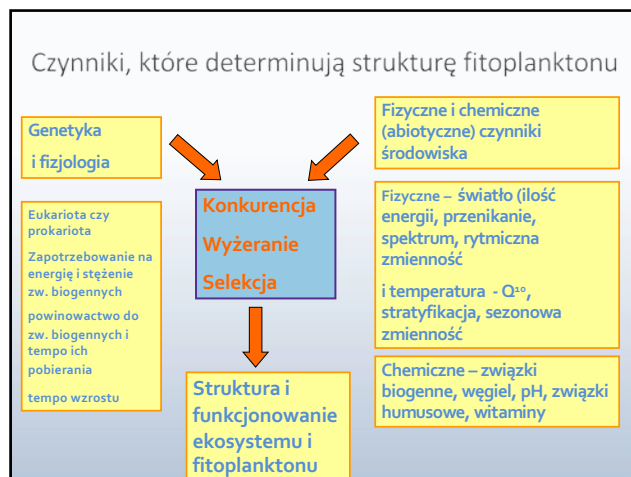
18

Zielenice (Chlorophyceae)

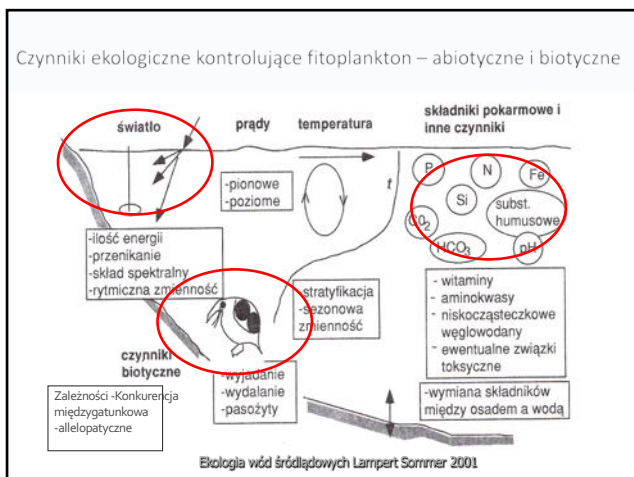


- Królestwo roślin
- Jednokomórkowe uwicione i niewicione, nitkowate, kolonijne,
- Zielone od chlorofilu *a* i *b*, B-karoten
- Materiał zapasowy skrobia, pirenoid
- Rozmnażanie bezpłciowe i płciowe
- Środowisko żyzne i ciepła woda

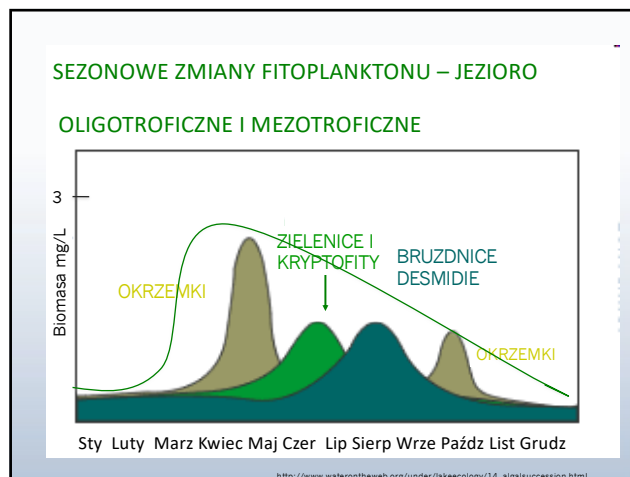
19



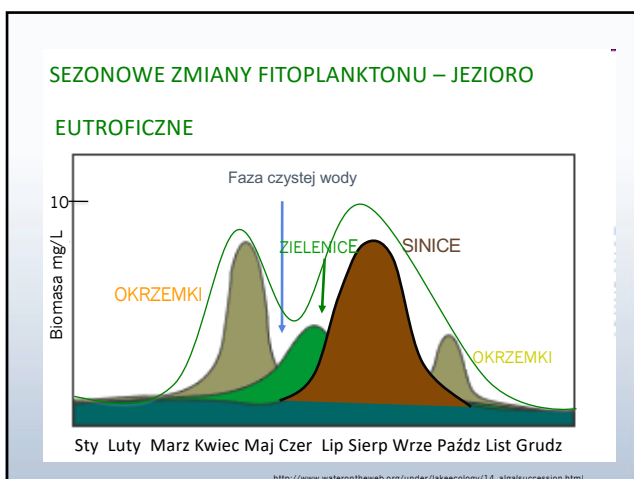
20



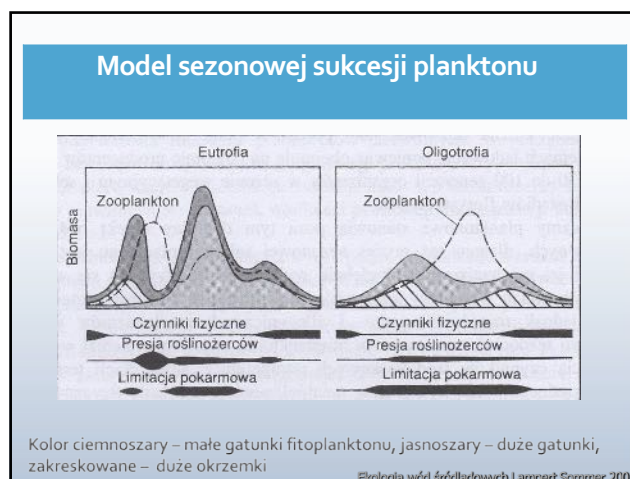
21



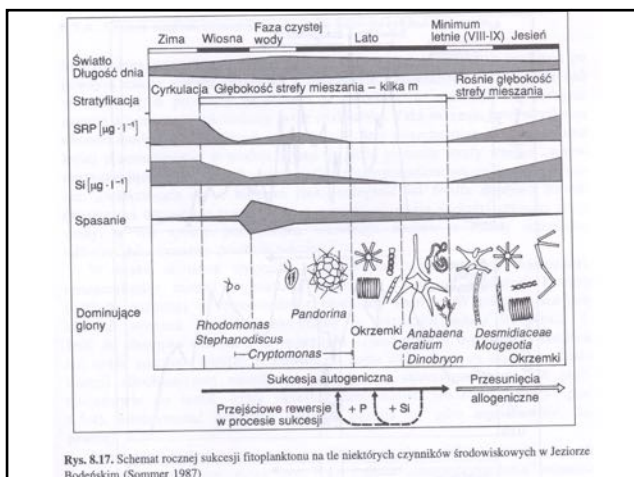
22



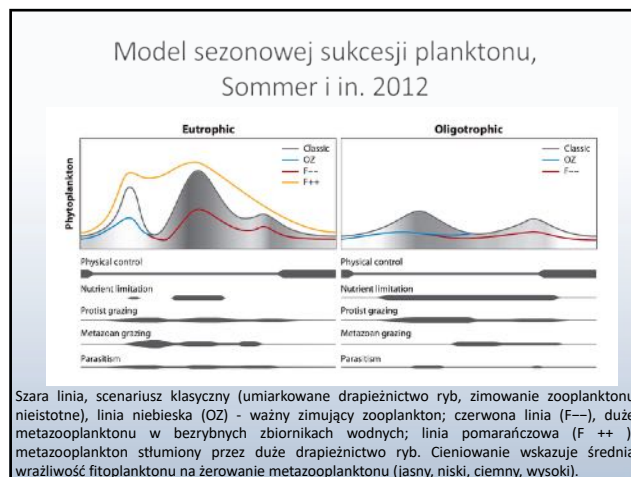
23



24



25



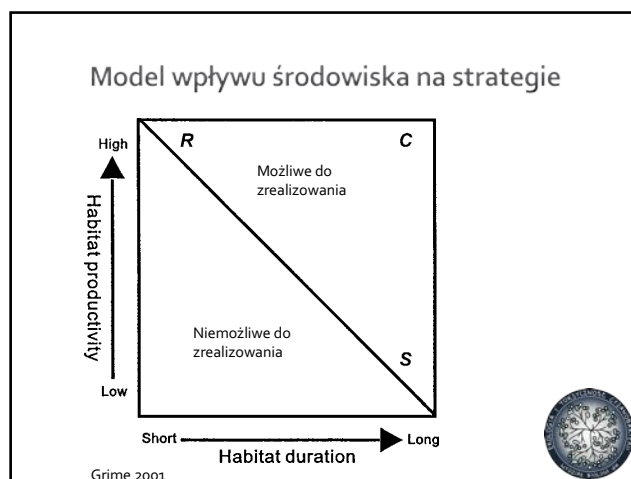
26

Podstawy strategii fitoplanktonu

Habitat duration	Habitat productivity	
	High	Low
Long	Competitors, invasive (C)	Stress-tolerant (S)
Short	Disturbance-tolerant ruderals (R)	No viable strategy

Source: Original scheme of Grime (1979; modified after Reynolds, 1988a; Grime, 2001).

27



28

Strategia C

- Konkurenci
- Inwazyjni oportuniści
- Kosmopolityczne
- Selekcja r
- Głównie jednokomórkowe
- Małe, $10^{-1} - 10^3 \mu\text{m}^3$
- Wrażliwe na wyżeranie (grazing)
- *Chlorella, Chlamydomonas, Rhodomonas*

29

Strategia R

- Odporne na zakłócenia
- Ruderalne
- Powszechne
- Selekcja r lub K
- Część jednokomórkowych, wiele kolonijnych lub tworzących cenobia
- Większe ($10^3-10^5 \mu\text{m}^3$)
- Małe wymagania świetlne, niskie tempo sedimentacji, większość nieruchliwych
- Część wrażliwa na wyżeranie (grazing)
- *Asterionella, Limnothrix, Planktothrix*

30

Strategia S

- Niewrażliwe na stres, wymagające dużo biogenów
- Nieciągłe występowanie
- Część jednokomórkowych inne cenobia, kolonie
- Selekcja K
- Duże ($10^4-10^7 \mu\text{m}^3$)
- Plastyczne w zdobywaniu biogenów (mixotrofia-fagotrofia, POM, N₂, produkcja fosfatazy
- Ruchliwe, migrujące
- *Microcystis, Dolichospermum (Anabaena), Gleotrichia, Ceratium, Peridinium, Uroglena*

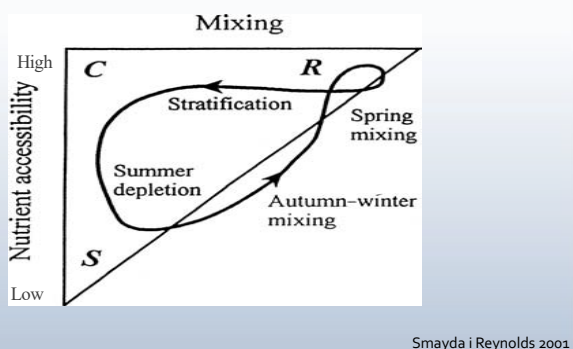
31

Strategia SS

- Chronicznie niewrażliwe na stres biogenowy
- Kosmopolityczne
- Selekcja K
- Jednokomórkowe
- Małe (do $4 \mu\text{m}^3$), duży (S/V)
- Nieruchliwe, małe tempo opadania
- Wrażliwe na wyżeranie (grazing)
- Plikocyanobakterie: *Cyanobium, Synechococcus, Prochlorococcus*

32

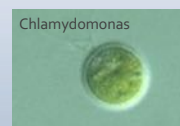
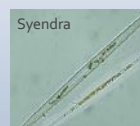
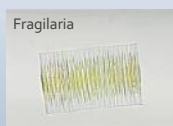
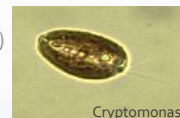
Wpływ zmienności środowiska na dominację fitoplanktonu o różnej strategii



33

Zima

- Odwrotna stratyfikacja (gdzie mroźna zima)
- Słabe światło
- Niska temperatura,
- Niska produkcja pierwotna
- Dużo O₂ (większa rozpuszczalność tlenu, powolna dekompozycja, pod koniec zimy mniej tlenu)
- Dużo nutrientów, pod koniec zimy mniej



34

Wiosna

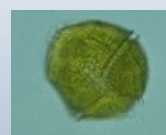
- Wiosenne mieszanie
- Wzrost dostępności światła
- Wzrost temp. i nutrientów
- Szybka sukcesja
- Dominacja różnych gat. okrzemek zależnie of Si/P
- Spadek biogenów z każdym „pulem: sukcesji
- Okrzemki temp. 5 – 15°C



35

Lato

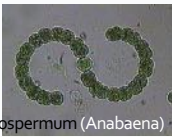
- Stratyfikacja
- Niskie stężenie nutrientów (wyczerpane po zakwicie wiosennym)
- Niskie stężenie Si, załamanie populacji okrzemek niski Si/P
- Wysoki N/P
- Wzrost temperatury (15 - 25°C) dominacja zielenic
- Silna presja konsumentów - zielenice w otoczkach




36

Późne lato


- Niższy N/P – N limitujący
- Niski N/P faworyzuje rozwój sinic
- Wzrost temperatury (20 - 35°C)
- Zakwity sinic
- Zakwity sinic wiążących azot



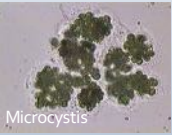
Dolichospermum (Anabaena)



Aphanizomenon



Planktothrix




Microcystis

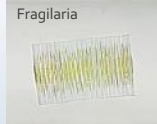
37

Jesień


- Jesienna miksja
- Wzrost stężenia Si, N
- Spadek P, wraz ze wzrostem O₂
- Dominacja okrzemek
- Szczyt jesienny biomasy << wiosenny (temp. światło),
- Te same okrzemki co wiosną



Cyclotella
Stefanodiscus

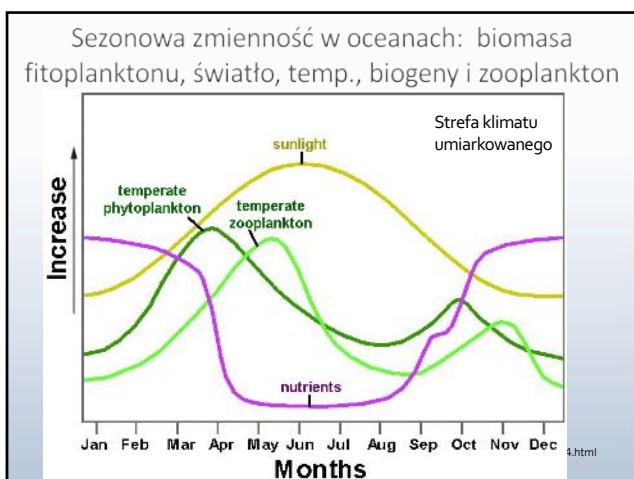


Fragilaria

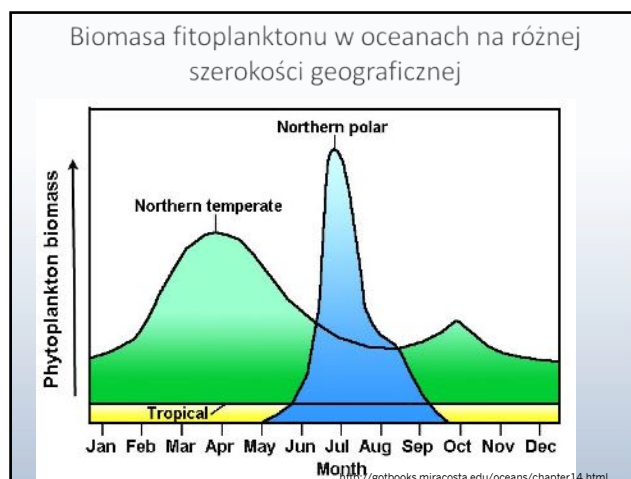


Asterionella

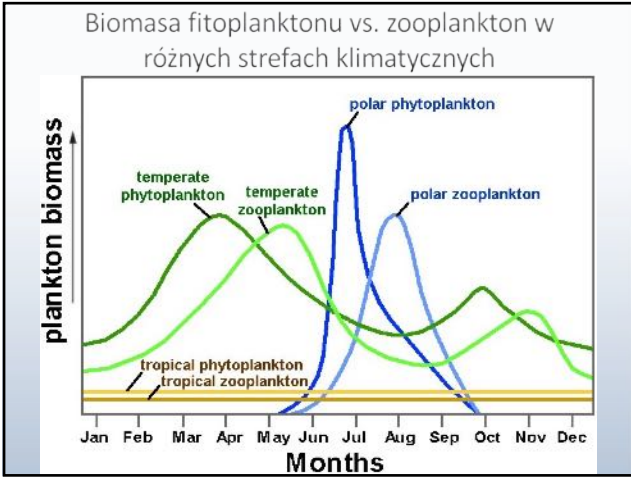
38



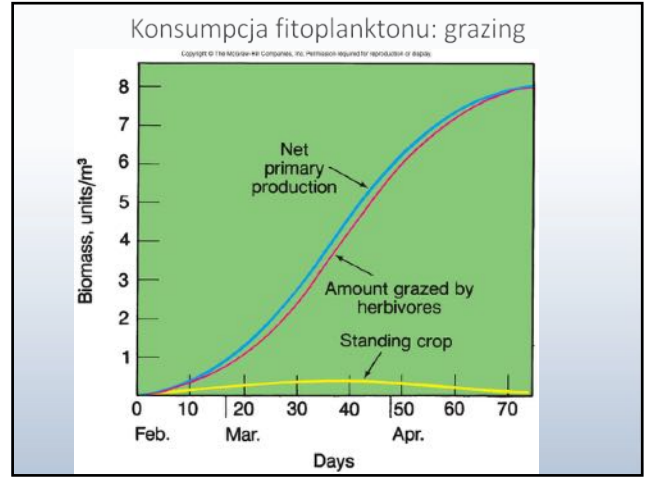
39



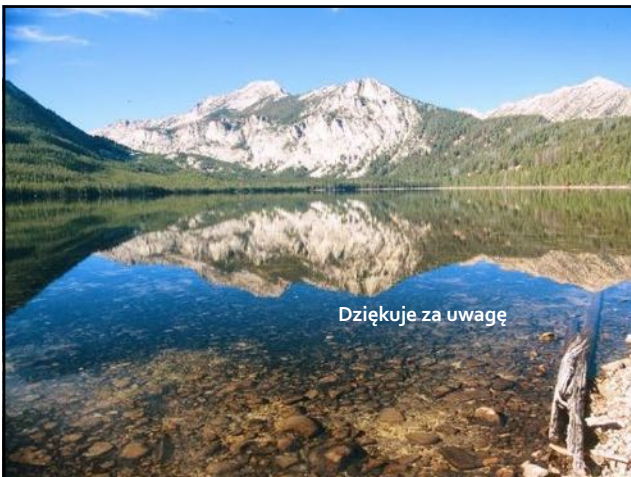
40



41



42



43