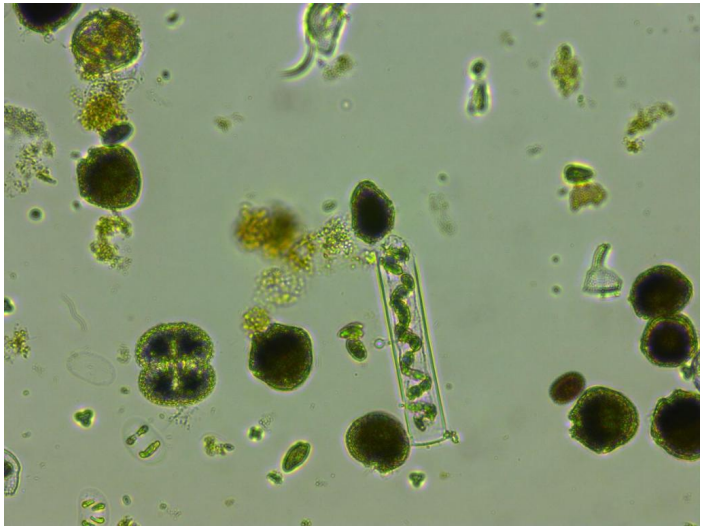
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПЛАНКТОННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕПИ

ПЛАНКТОН



Зоопланктон — водные животные, которые не могут противостоять течениям и пассивно переносятся вместе с водными массами.

Фитопланкто́н — часть планктона, которая может осуществлять процесс фотосинтеза.

Для чего нужна модель ?

- Для того, чтобы проверить потенциальное воздействие водорослей на качество пищи, доступность питательных веществ и хищничество рыб на динамической пищевой сети.

Что определяет модель ?

- модель должна была определить, как скорость, при которой зоопланктон преобразует фитопланктон в биомассу зоопланктона (т. е. пищу для водорослей), влияет на динамику планктона и распределение биомассы в пелагических (толщах воды без дна) экосистемах.

Что считает модель ?

- Биомасса фитопланктона-(P).
- Биомасса зоопланктона-(Z) .
- Отношение продукции фитопланктона к биомассе-(N).

(динамика неорганического фосфора)

$$\frac{dN}{dt} = \left(\alpha_{pc(\text{phyto})} \cdot d_{\text{phyto}} \cdot P\right) + \left(\alpha_{pc(\text{phyto})} \cdot \frac{W_{\text{sink}}}{h} \cdot P\right) + \left(\alpha_{pc(\text{zoop})} \cdot \left(d_{\text{zoop}} + d_{\text{fish}}\right) \cdot Z \cdot \Theta_{T-Z}\right)$$

$$+\left(C_{gz} \cdot \Theta_P \cdot \Theta_{T-Z} \cdot \alpha_{pc(\text{phyto})}\left(Z - \left(\frac{\alpha_{pc(\text{zoop})}}{\alpha_{pc(\text{phyto})}} \cdot GE \cdot Z\right)\right)\right) \quad (1)$$

$$-\left(G_{\max} \cdot \left(\frac{N}{N + K_{mm}}\right) \cdot \Theta_L \cdot \left(\Psi^{T-T_{\text{ref}}}\right) \cdot P \cdot \alpha_{pc(\text{phyto})}\right)$$

$$\frac{dP}{dt} = G_{\max} \cdot \left(\frac{N}{N + K_{mm}}\right) \cdot \Theta_L \cdot \left(\Psi^{T-T_{ref}}\right) \cdot P$$

$$-\left(d_{\text{phyto}} \cdot P\right) - \left(\frac{W_{\text{sink}}}{h} \cdot P\right) - \left(Z \cdot C_{gz} \cdot \Theta_P \cdot \Theta_{T-Z}\right) \quad (2)$$

$$\frac{dZ}{dt} = \left(C_{gz} \cdot \Theta_P \cdot \Theta_{T-Z} \cdot GE \cdot Z\right) - \left(d_{\text{zoop}} \cdot Z \cdot \Theta_{T-Z}\right) - \left(d_{\text{fish}} \cdot Z\right) \quad (3)$$

- Концентрации фосфора регулируются фосфором, выделяющимся при умирании, погружении и дыхании.

- Рост фитопланктона является функцией роста клеток, регулируемой питательными веществами, наличием света и температуры, а также потери из-за старения, погружения и выпаса скота.

- Рост зоопланктона является функцией скорости, с которой водоросли потребляются (с поправкой на температуру и концентрацию пищи), энергетическую эффективность и потери зоопланктона из-за старения, голодания

Symbol	Term	Unit	Value	Source
TP	Всего фосфора	$\mu g*l^{-1}$	5, 10, 20, 40, 80, 160	1
$a_{pc(phyto)}$	Соотношение фосфора к углерода фитопланктона	molar	0.00389	2
d_{phyto}	Смертность от фитопланктона	day^{-1}	0.021	3, 4, 5
W_{sink}	Скорость снижения фитопланктона	$m*day^{-1}$	0.24	3, 5
h	глубина смешанного слоя	m	6	
$a_{pc(zoop)}$	соотношение фосфора к углероду	molar	0.01075	2
d_{zoop}	смертность (функция старения и голодания)	day^{-1}	See equation	6
d_{fish}	показатель зоопланктивы	day^{-1}	0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5	7
Θ_{T-z}	влияние температуры на метаболизм зоопланктона	unitless	see equation	8
C_{gz}	максимальная удельная скорость выпаса	%C day^{-1}	49%	8
Θ_p	Влияние биомассы на выпас биомассы скота	unitless	see equation	8
GE	эффективность роста зоопланктона	%C	4, 8, 16, 32, 64	9
G_{max}	максимальная скорость роста фитопланктона	day^{-1}	1.3	4, 10, 11, 12
K_{mm}	Michaelis–Menten half saturation constant for phytoplankton growth	$\mu g*l^{-1}$	2.9	3, 5, 10, 11, 12, 13
Θ_L	влияние света на интенсивность роста фитопланктона	unitless	see equation	
ψ	температурный коэффициент для роста фитопланктона	unitless	1.11	5
T	температура озера	°C	Sine wave (min = 7, max = 20)	
T_{ref}	контрольная температура, для которой было получено значение Gmax.	°C	20	4, 10, 11, 12
φ	смертность зоопланктона от старения	unitless	–188	6
f_p	фотопериод	unitless	Sine wave (min = 0.31, max = 0.69)	
γ	коэффициент ослабления света	m^{-1}	see equation	
I_0	средняя интенсивность света на поверхности днем	Ly/day	Sine wave (min = 93, max = 362)	
I_s	оптимальная интенсивность света	Ly/day	165	3, 14
SD	глубина диска секки без фитопланктона	m	10	

$$\Theta_{T-Z} = 0.1113 \cdot e^{0.1093 \cdot T}.$$

If $P < 0.255$ mg C l^{-1}, then $\Theta_P = 3.92 \cdot P$

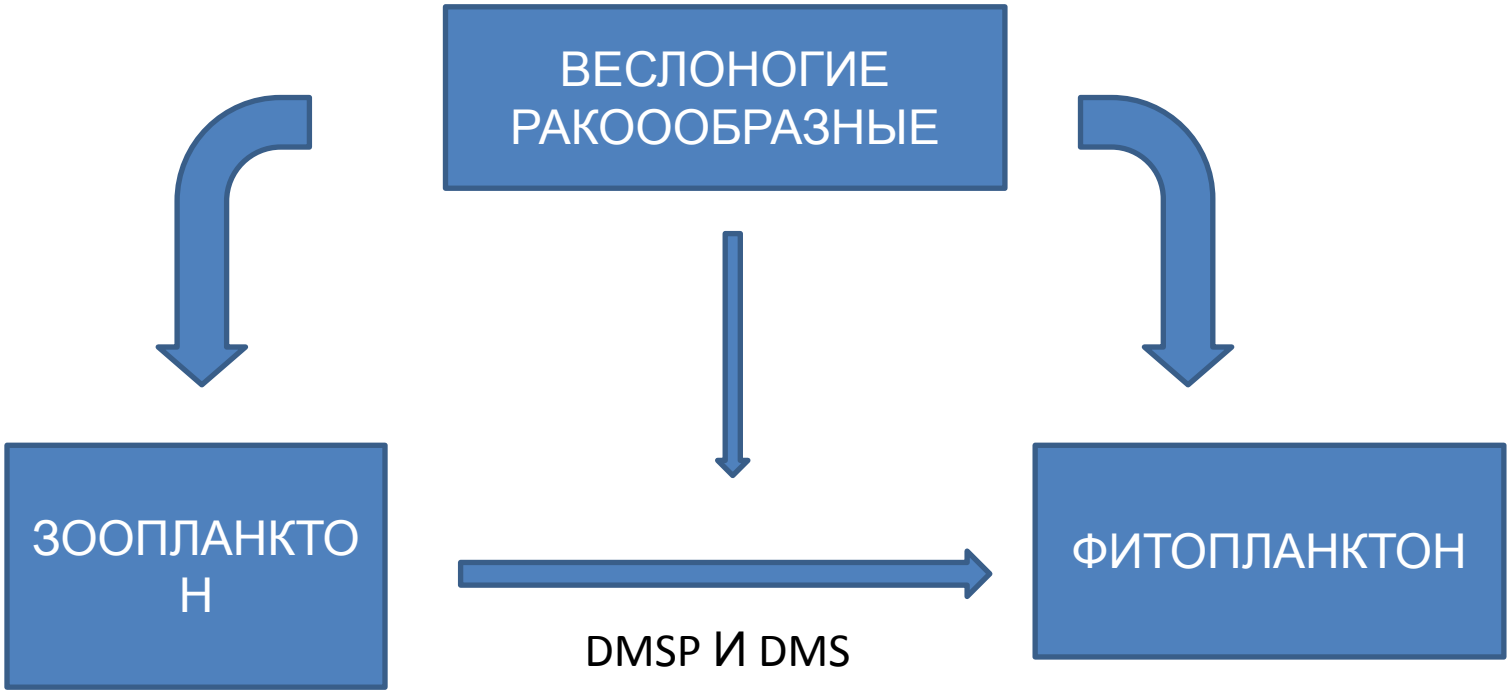
If $P \geq 0.255$ mg C l^{-1}, then $\Theta_P = 1$.

If $P \leq 0.04$ mg C l^{-1}, then $d_{zoop} = \frac{0.09 \cdot \varphi - \varphi \cdot P}{100}$.

If $P > 0.04$ mg C l^{-1}, then $d_{zoop} = \frac{0.044 + 0.05 \cdot \varphi - 1.1 \cdot P}{100}$.

$$\Theta_L = \left(\frac{2.718 \cdot f_p}{\gamma \cdot h} \cdot \left(e^{\frac{-I_0}{I_s} \cdot e^{-\gamma \cdot h}} - e^{\frac{-I_0}{I_s}}\right)\right) \qquad \gamma = \frac{-\ln(0.1)}{SD} + 0.4 \cdot P$$

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПИЩЕВОЙ ЦЕПИ ПУТЕМ ПАСТБИЩНОГО ИНДУЦИРОВАНИЯ DMS И ФОРМИРОВАНИЕ ЦВЕТЕНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ТРОФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ


ВЕСЛОНОГИЕ РАКОООБРАЗНЫЕ
ЗООПЛАНКТОН
ФИТОПЛАНКТОН
DMSP И DMS

Что описывает модель ?

- Модель пытается захватить ключевые взаимодействия между мелким фитопланктоном, микрозоопланктоном и веслоногими рачками под воздействием инфо-химического сигнала DMS путем выпаса микрозоопланктона.

Для чего нужна модель ?

- Данная модель нужна для подтверждения взаимосвязи влияния концентрации DMS и регулирования трофической цепи .

Что считает модель ?

- Плотность Фитопланктона.
- Плотность Микрозоопланктона.

$$\frac{dP}{dt} = rP\left(1 - \frac{P}{K}\right) - \frac{aPM}{1 + bP} \qquad (1)$$

$$\frac{dM}{dt} = \frac{\gamma aPM}{1 + bP} - mM - \frac{\lambda aPM^2}{1 + bP} \qquad (2)$$

- Модель рассматривает короткий промежуток времени, из-за чего параметр “хищники” является постоянным
- Увеличение DMS мгновенно вызывает сокращение популяции зоопланктона

- Скорость роста Микрозоопланктона зависит от Выработка самого зоопланктона и его биомассы с коэффициентом качественности, а так же от средней смертности(зависит от DMS) и поеданием хищниками с соответсвтующим коэффициентом (зависит от DMS)

- Скорость роста зоопланктона зависит от переноса питательных веществ и самопроизводства, а также от «затемнения» и поедания зоопланктоном

Variable/parameter	Definition	Value	Range/reference
P	Плотность фитопланктона	–	–
M	Плотность микрозоопланктона	–	–
r	Скорость собственного роста фитопланктона	1.5 $days^{-1}$	0.1–2 $days^{-1}$[a]
K	Пропускная способность фитопланктона	120 μg C l^{-1}	100–150 μg C l^{-1}[b]
a	Клиренс микрозоопланктона при низкой плотности пищи	0.3 μg C l^{-1} $days^{-1}$	0.1–0.3 μg C l^{-1} $days^{-1}$[c,d]
b	Плотность полунасыщения	0.05 μg C l^{-1}	0.01–0.05 μg C l^{-1}[c,d]
γ	Эффективность выпаса микрозоопланктона	0.5	0.1–1[e]
m	Смертность микрозоопланктона в отсутствие DMS	0.3 $days^{-1}$	0.2–1 $days^{-1}$
λ	Дополнительная смертность микрозоопланктона при наличии DMS	Control parameter	–

Вывод модели

$$\frac{dP}{dt} = r(P)P - f(P)M \quad (3)$$

$$\frac{dM}{dt} = \gamma f(P)M - \mu M - \beta ZM(1 + \xi C) \quad (4)$$

$$\frac{dC}{dt} = \eta f(P)M - \nu C \quad (5)$$

where

$$r(P) = r\left(1 - \frac{P}{K}\right)$$

$$f(P) = \frac{aP}{1 + bP}$$

$$\frac{dP}{dt} = r(P)P - f(P)M \quad (6)$$

$$\frac{dM}{dt} = \gamma f(P)M - mM - \lambda f(P)M^2 \quad (7)$$

where $m = (\mu + \beta Z)$ and $\lambda = \frac{\eta\beta Z\xi}{\nu}$.

Предполагаем, что dC/dt=0

- Z=const из-за короткого промежутка времени

- μ -фоновая смертность микрозоопланктона
- β and ξ -соответствуют хищничеству Копепод; Копеподы потребляют микрозоопланктон с линейной скоростью β в отсутствие DMS (для простоты,. В присутствии DMS, общий коэффициент хищничества увеличивается на мультипликативный коэффициент $1 + \xi C$, где параметр ξ представляет, насколько сильно увеличение уровня DMS приводит к увеличению хищничества у Копепод.
- DMS производится в системе со скоростью η пропорционально выпасу микрозоопланктона и покидает систему со скоростью ν (в результате потока вверх , потребления бактериями и т.д.).