

Диатомовые водоросли – продуценты биотехнологически ценных соединений

Работу выполнила студентка 3 курса бакалавриата
Селезнёва Анна Павловна

Научные руководители:

д.б.н. Евгений Иванович Мальцев

к.б.н. Мария Александровна Гололобова

Введение



Cylinthrotheca closterium
(Ehrenberg) Reimann &
J.C.Lewin
(Heterokontophyta)



Closterium lunula
Ehrenberg & Hemprich ex Ralfs
(Charophyta)



Galdieria sulphuraria
(Galdieri) Merola
(Rhodophyta)

Введение

Диатомовые водоросли:



Микроорганизмы для генетической инженерии

Источник сырья для производства

Липиды

Биотопливо

Доставка лекарств

Кремний

Биомедицина

Аналитические инструменты

Экология рек

Экологические технологии

Наночастицы

Биосенсоры и наноматериалы

Фиторемедиация

Биологически-активные добавки

Белки и полиненасыщенные жирные кислоты

Витамины, каротиноиды и фенольные вещества

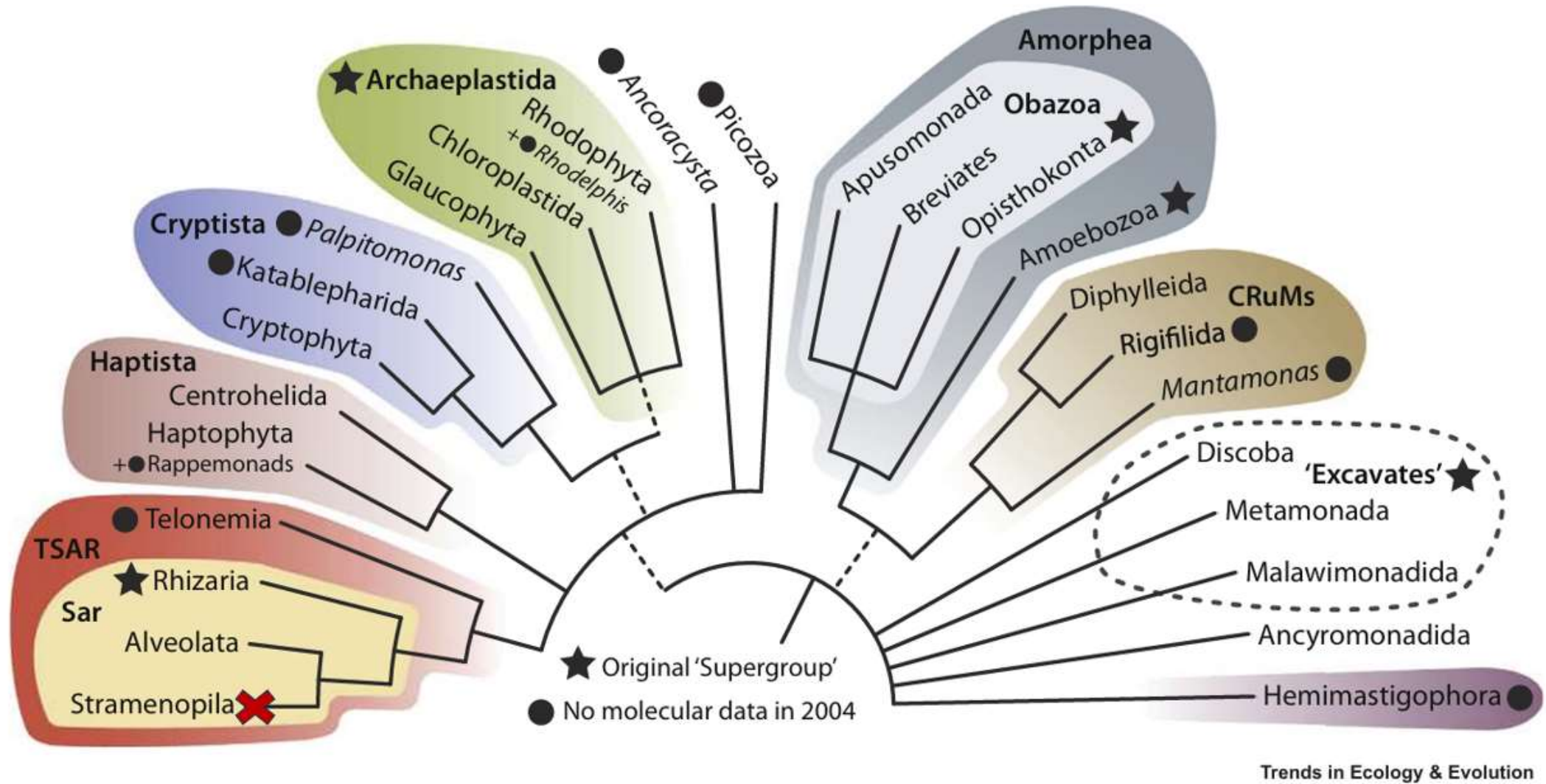
Цель и задачи

Цель: изучить литературные источники, связанные с использованием диатомовых водорослей в биотехнологии и проанализировать содержание биотехнологически ценных веществ.

Задачи:

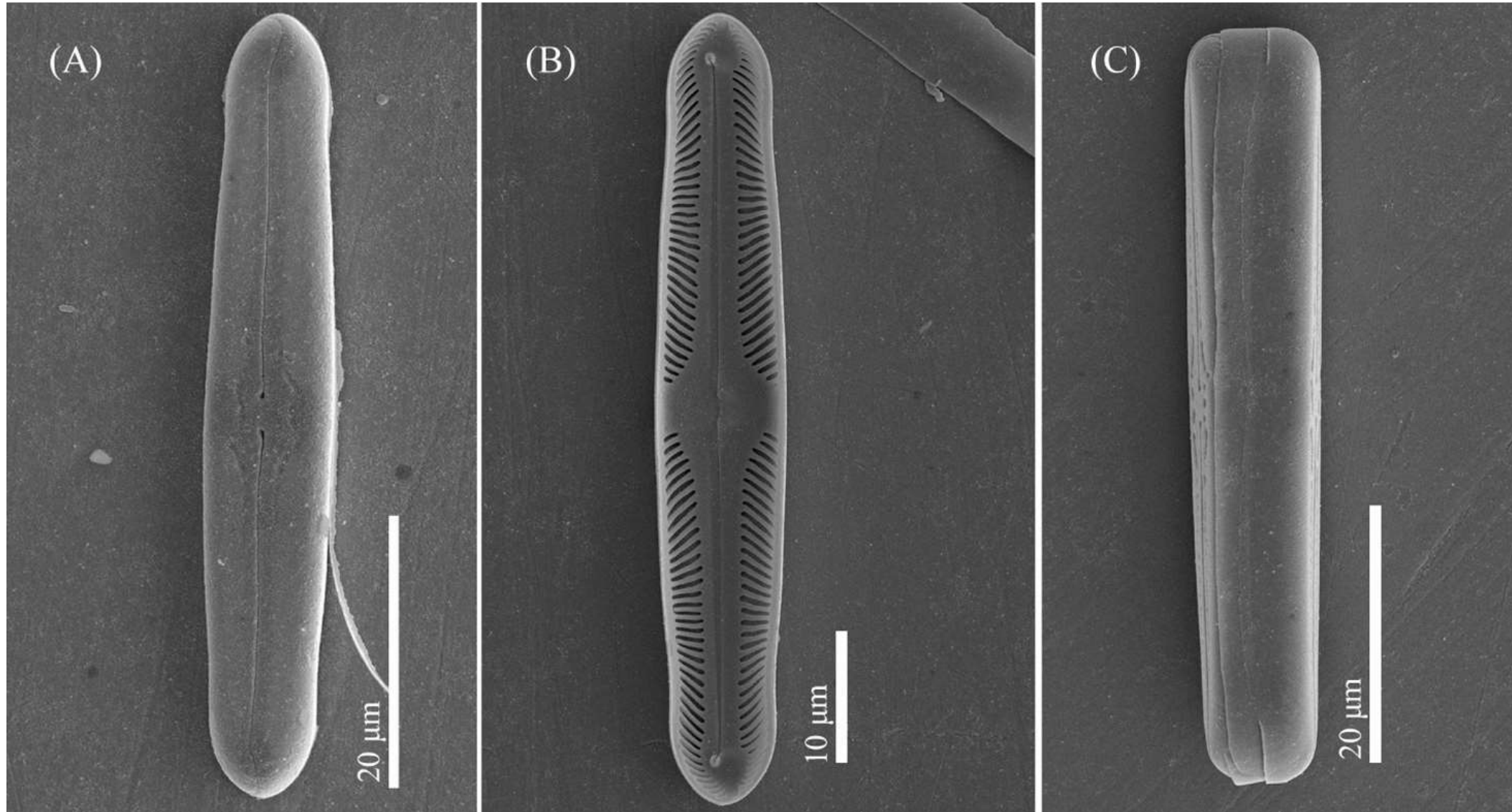
- 1) Привести краткую характеристику диатомовых водорослей.
- 2) Рассмотреть основные группы биотехнологически ценных веществ.
- 3) Оценить содержание данных веществ у разных видов.
- 4) Изучить применение рассмотренных веществ в биотехнологиях.

Диатомовые водоросли



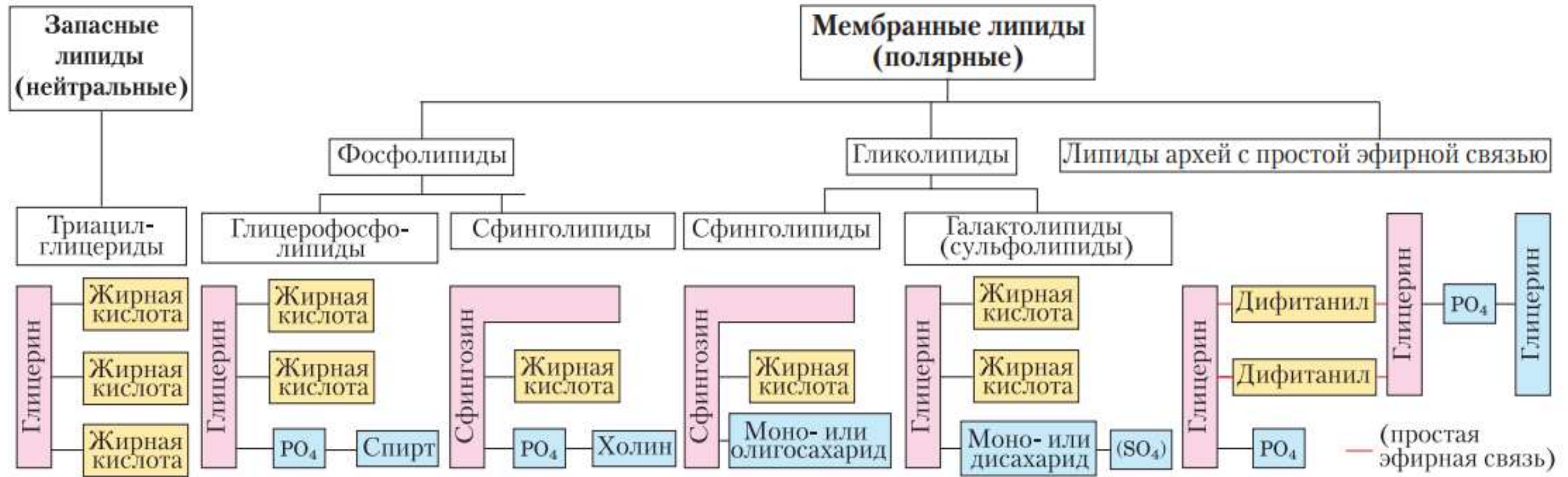
Современное дерево эукариот. Красным крестом отмечена клада, к которой относятся диатомовые водоросли (из: Burki et al., 2020).

Диатомовые водоросли

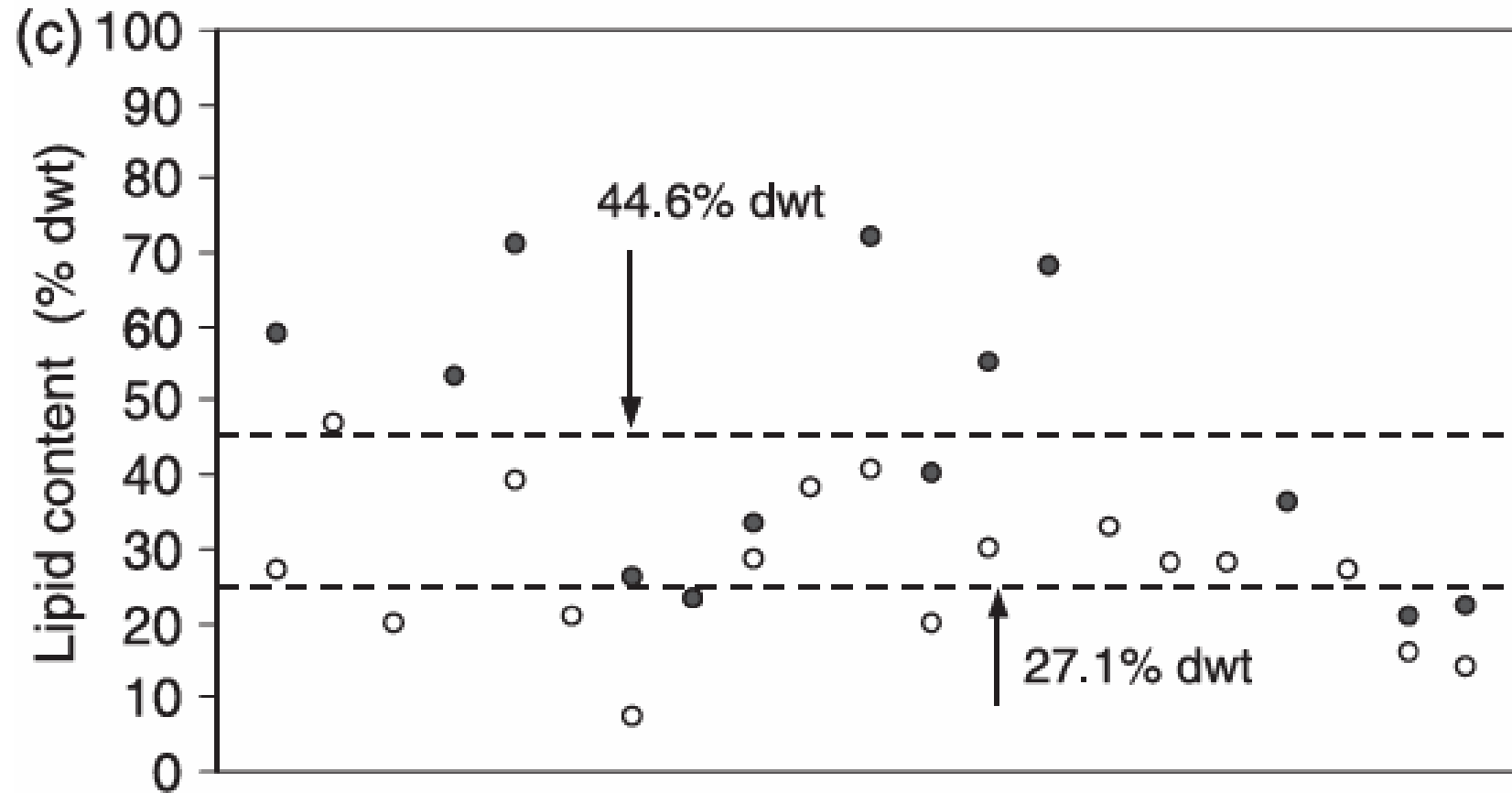


Pinnularia ministomatophora Kezlya, Maltsev, Krivova et Kulikovskiy. (A) Наружный вид створки. (B) Внутренний вид створки. (C) Вид с пояска (из: Kezlya et al., 2022).

Разнообразие липидов



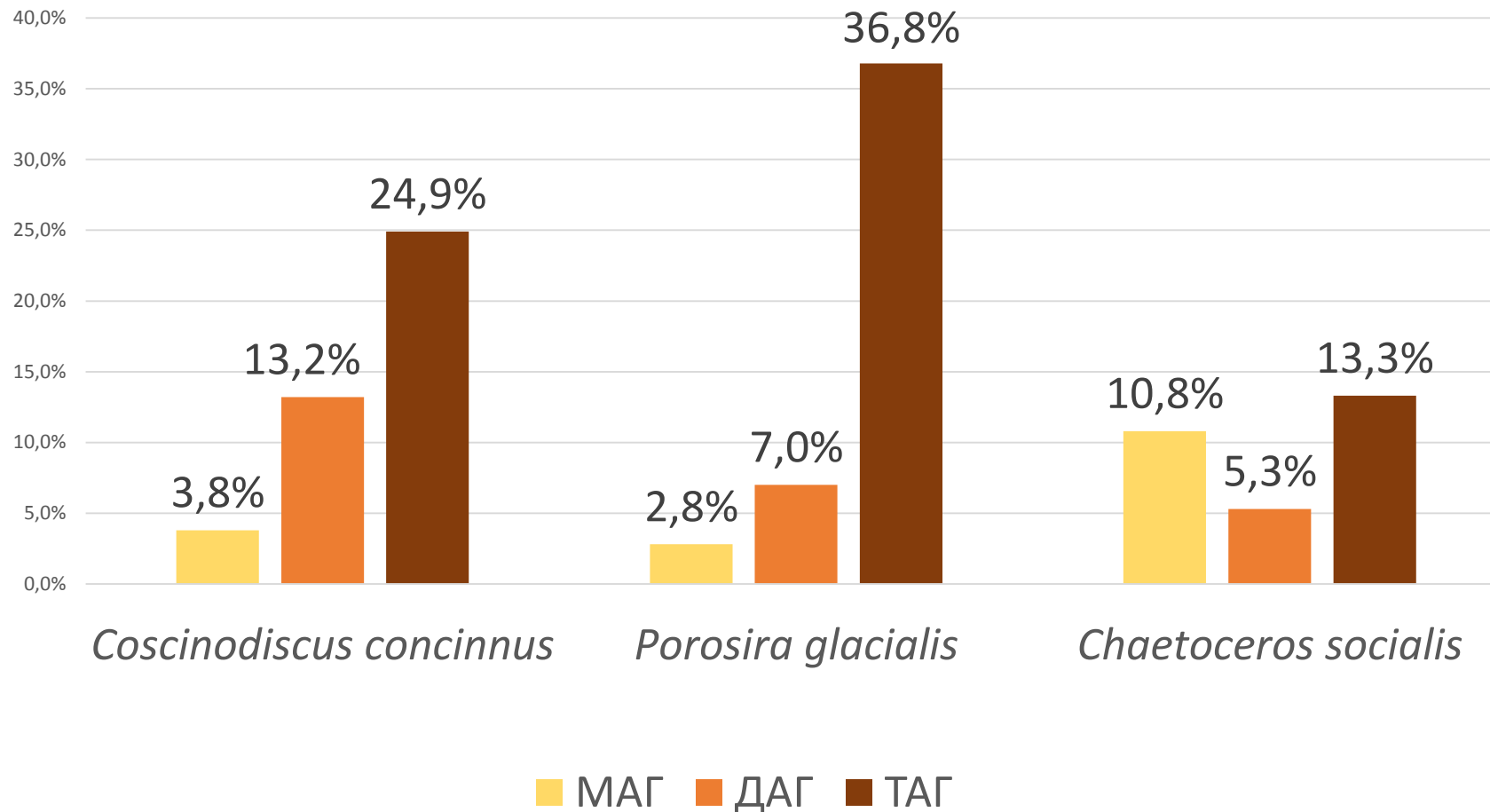
Липиды диатомовых водорослей



Содержание липидов в клетках диатомовых водорослей

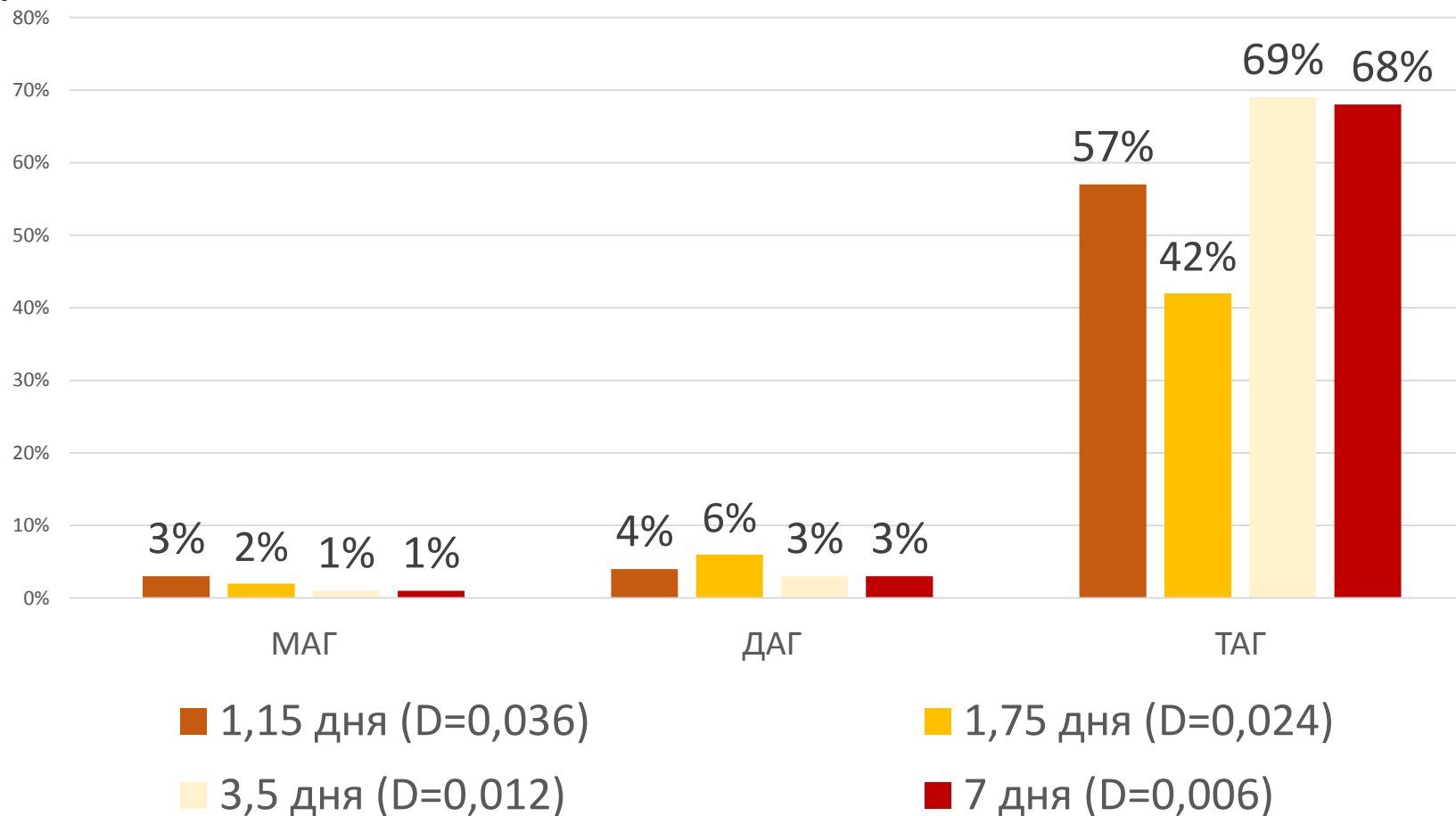
Незакрашенные точки – содержание липидов в культурах, выращиваемых в нормальных условиях, окрашенные – культивируемых под действием стрессовых факторов (% dwt, % dry weight – процент сухой массы)

Глицериды



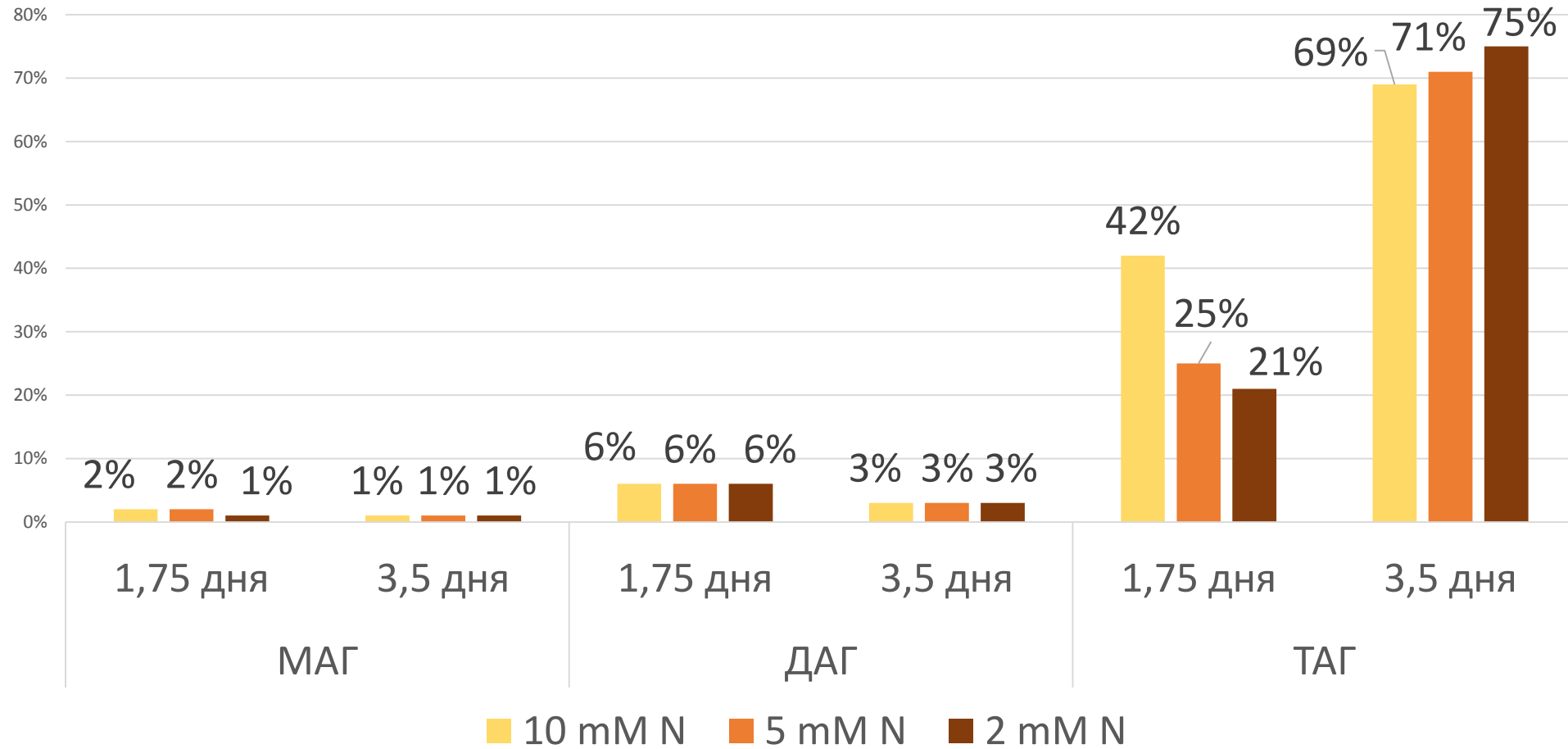
Профиль глицеролипидов для *Coscinodiscus concinnus*, *Porosira glacialis* и *Chaetoceros socialis*
MAG – моноацилглицериды, DAG – диацилглицериды, TAG – триацилглицериды, % от липидов (по: Artamonova et al., 2017)

Глицериды



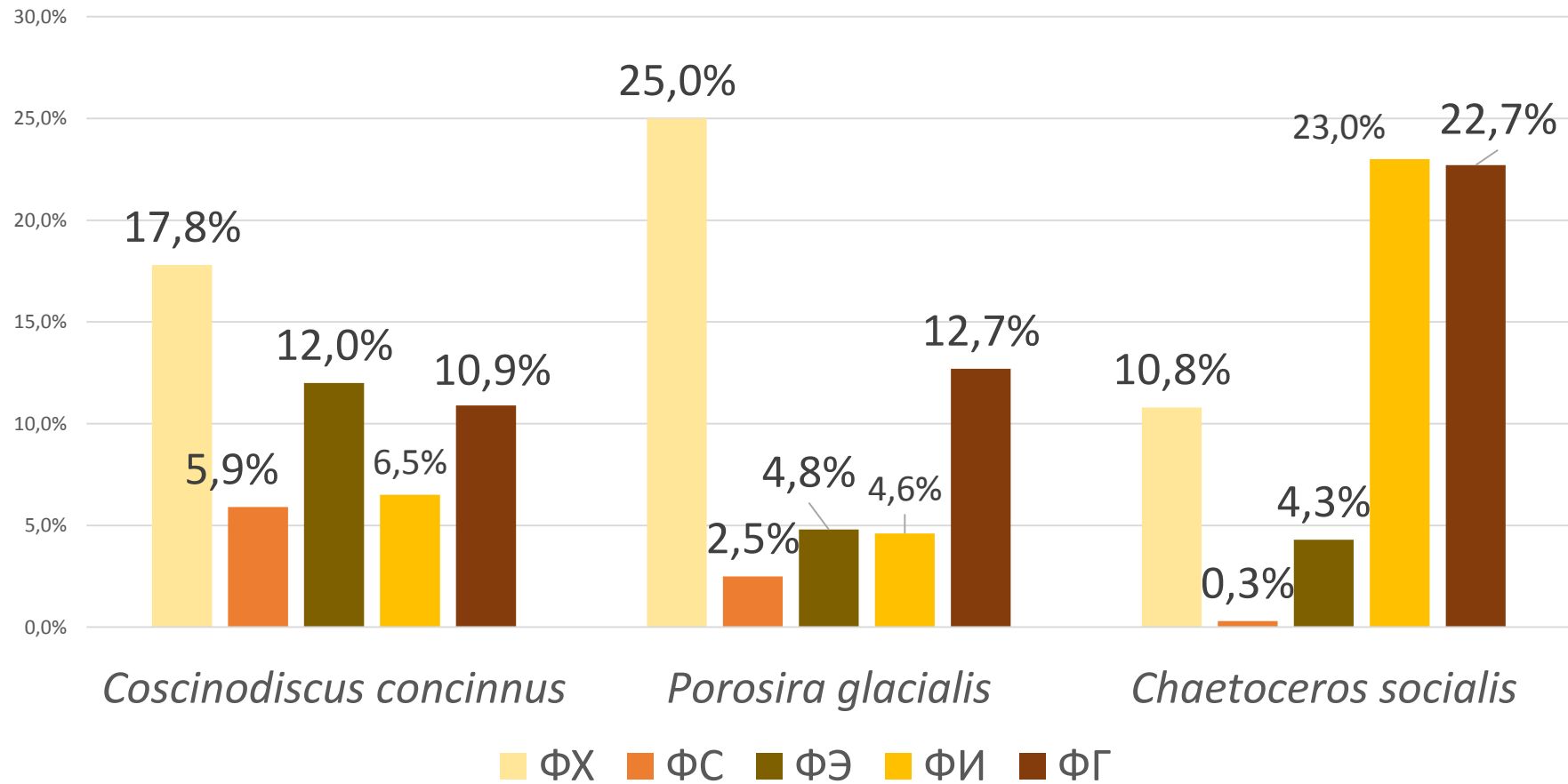
Изменение соотношения групп нейтральных липидов в зависимости от возраста культуры *Phaeodactylum tricornutum* и коэффициента разбавления (D), % от липидов (по: Alonso et al., 2000)

Глицериды



Изменение соотношения групп нейтральных липидов в зависимости от количества азота (N) в среде, % от липидов (по: Alonso et al., 2000)

Полярные липиды



Профиль фосфолипидов для *Coscinodiscus concinnus*, *Porosira glacialis* и *Chaetoceros socialis*
ФХ – фосфатидилхолин, ФС – фосфатидилсерин, ФЭ – фосфатидилэтаноламин, ФИ –
фосфатидилинозитол, ФГ – фосфатидилглицерол, % от липидов
(по: Artamonova et al., 2017)

Жирные кислоты

Содержание ЖК в биомассе диатомовых водорослей, % от общего состава ЖК

Вид	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	20:5	22:6	Источник
<i>Pinnularia microgibba</i>	6,3	30,3	20,8	36	1,6	-	-	Kezlya et al., 2022
<i>Cylindrotheca closterium</i>	8,2	7,2	23,6	-	0,6	24,2	2,4	Dunstan et al., 1993
<i>Cylindrotheca closterium</i>	1,9	2,4	21	-	-	44,6	-	Orcuut et al., 1974
<i>Thalassiosira weissflogii</i>	8,8	36,6	40,5	-	14	-	-	Lang et al., 2011
<i>Chaetoceros</i> sp.	23,6	9,2	36,5	0,7	1,7	8	-	Renaud et al., 2002
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	11,12	13,41	29,3	0,69	5,31	29,98	3,1	Tonon et al., 2002
<i>Skeletonema costatum</i>	11,9	5,1	19,4	0,1	0,5	26,1	4,7	Dunstan et al., 1993
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	7,28	22,64	26,15	1,94	5,3	16,66	4,54	Tonon et al., 2002

Фукоксантин

Содержание фукоксантина в биомассе диатомовых водорослей

Вид	Количество фукоксантина (% от сухой массы)	Источник
<i>Chaetoceros gracilis</i>	0,22	Kim et al., 2012
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	1,61	Khoo et al., 2021
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	0,51	Foo et al., 2017
<i>Skeletonema costatum</i>	0,04	
<i>Odontella sinensis</i>	0,12	
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	1,57	Kim et al., 2012a
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	1,86	Derwenskus et al., 2019
<i>Nitzschia</i> sp.	0,49	Kim et al., 2012b
<i>Nitzschia laevis</i>	0,17	Sun et al., 2019
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0,52	Pasquet et al., 2011

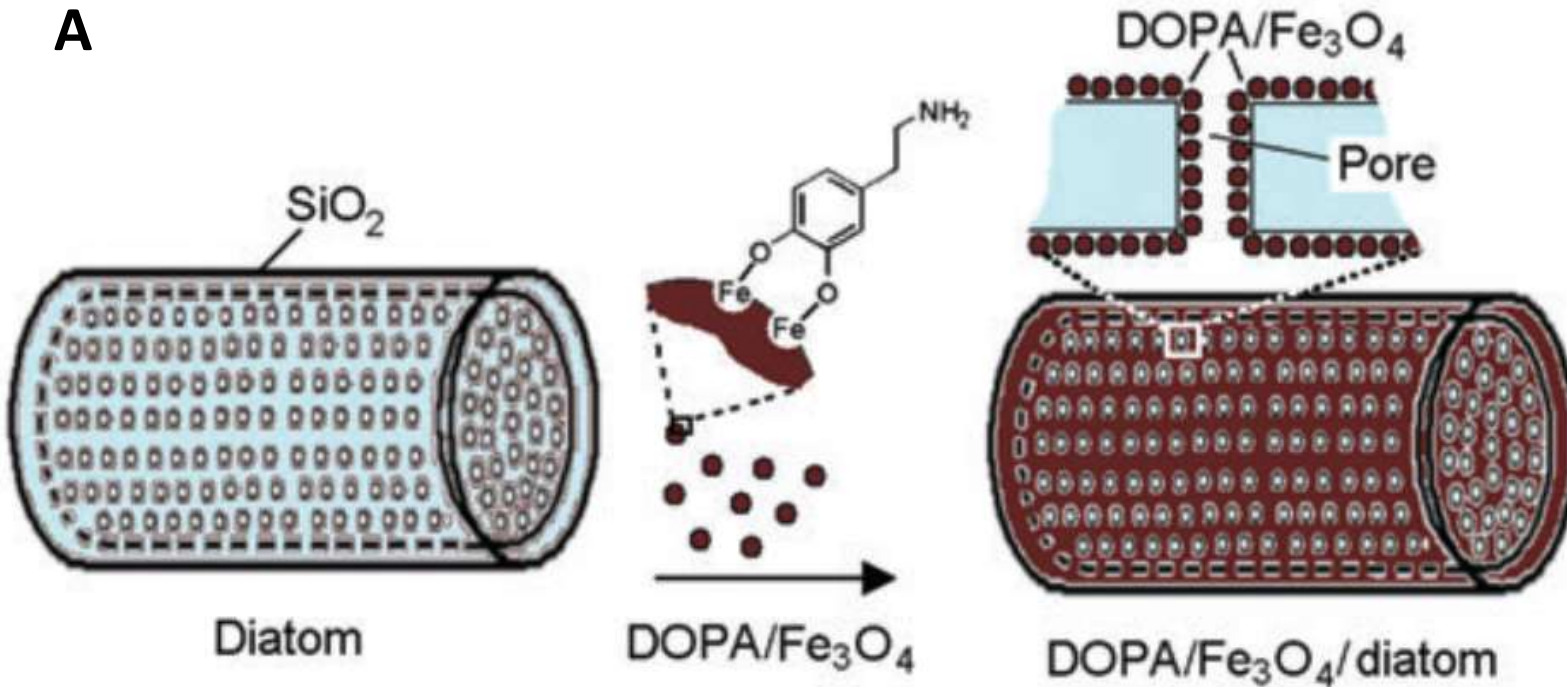
Биокремнезём

Использование биокремнезема диатомовых водорослей

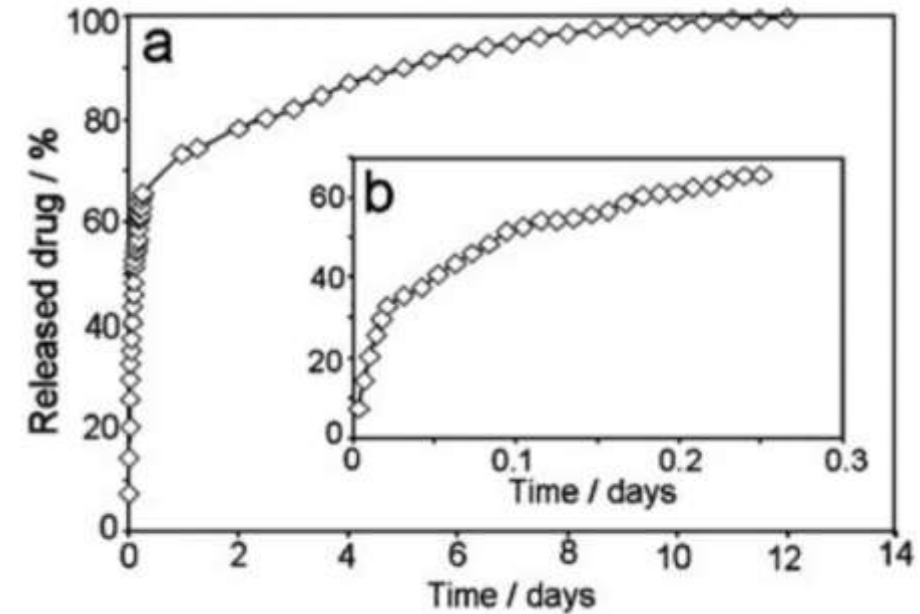
Вид	Способ модификации	Эффект в применении
<i>Coscinodiscus</i> sp.	Легирование кальцием	Улучшение свертываемости крови
<i>Cyclotella cryptica</i>	Декорирование наночастицами меди	Антибактериальная активность против золотистого стафилококка и кишечной палочки
<i>Amphora</i> sp.	Присоединение глутаральдегида	Высокая специфичность для выявления антител к <i>Salmonella typhi</i>
<i>Chaetoceros</i> sp.	Декорирование магнитными наночастицами оксида железа	Высокая избирательность в определении клеток рака молочной железы
<i>Nitzschia palea</i> , <i>Navicula incerta</i>	Иммобилизация на кальциево-альгинатных гранулах	До 70-78% и 96-100% удаления свинца
<i>Aulacoseira</i> sp.	Декорирование наночастицами серебра	Успешное удаление метиленового синего и кристаллического фиолетового из водного раствора
<i>Pinnularia</i> sp	Нет	Получение новой стационарной фазы для тонкослойной хроматографии
<i>Chaetoceros</i> sp., <i>Navicula</i> sp., <i>Nitzschia</i> sp.	Нет	Использование биокремнезема в качестве анодного материала

Пример системы доставки лекарств

А



Б



А - функционализация поверхности диатомовых водорослей наночастицами оксида железа, модифицированными дофамином ($\text{DOPA}/\text{Fe}_3\text{O}_4$)

Б - высвобождение индометацина из модифицированных панцирей через 12 дней (а) и 6 часов (b) (из: Losic et al., 2010)

Заключение

1. Диатомовые водоросли – группа одноклеточных организмов, имеющих кремнезёмный панцирь, адаптированных к разнообразным местообитаниям и представляющих большой интерес для биотехнологии.
2. Диатомовые водоросли содержат большое количество липидов, жирных кислот и пигментов, в том числе, фукоксантина. Их панцири – источник биокремнезёма.
3. Количество синтезируемых веществ в клетках диатомовых водорослей зависит от филогенетических, экологических, географических аспектов происхождения штамма, а также таксономической специфики состава метаболитов и его динамичности при изменении условий окружающей среды.
4. Синтезируемые вещества применяются в разных областях биотехнологий, в частности, в пищевой промышленности, в сельском хозяйстве и аквакультуре, косметологии, фармацевтике и медицине, прикладных областях экологии и производстве биотоплива.

Спасибо за внимание!