Команда олимпиадного отделения ЭБЦ «Крестовский остров» СПбГДТЮ

VI Турнир Юных Биологов Санкт-Петербурга

NEURON

Задача №*15*

«Свобода и необходимость»

Ответственный за задачу:
Смутин Даниил Валерьевич,
Санкт-Петербург, Аничков лицей

Условия задачи

Для большинства ***животных*** характерен ***регулятивный*** тип ***онтогенеза***, однако у некоторых организмов наблюдается ***детерминированное развитие***, когда каждая клетка имеет свое "предназначение" (например, у нематод и коловраток). В чем ***преимущества*** и ***недостатки*** каждого из типов ***онтогенеза***? Почему ***детерминированный*** тип онтогенеза не получил широкого распространения ***у растений***? Предложите ***модель растения***, ***развитие*** которого было в максимально возможной степени ***детерминировано***.

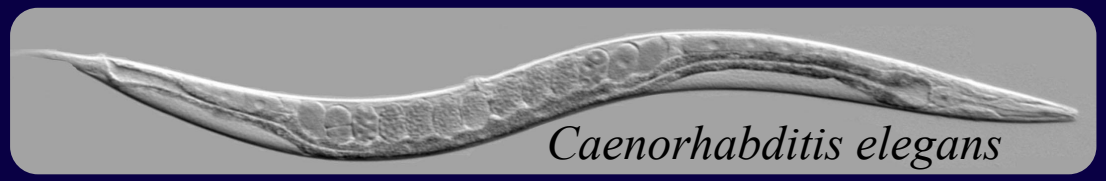
План решения

I. Различные виды онтогенеза
   - определения
   - преимущества
   - недостатки
II. Распространение детерминированного развития у растений
III. Причины малого распространения детерминированного развития у растений
IV. Растение с детерминированным типом онтогенеза

Типы развития:

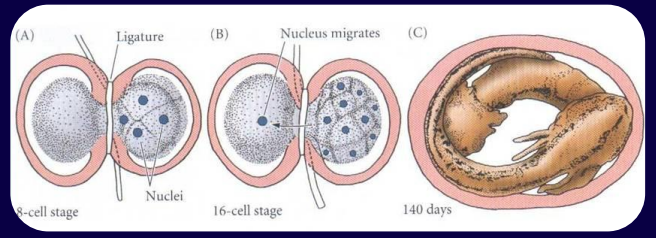
Детерминированный

Тип онтогенеза, при котором определение судьбы клеток происходит в период дробления, еще до начала морфогенетических движений клеточных масс, в зависимости от детерминант, полученных от яйцеклетки



Регулятивный

Тип онтогенеза, при котором каждая клетка дифференцируется в зависимости от внешних факторов, таких, как клеточное окружение, паракринная и аутокринная секреция



Смешанный

Преимущества разных типов развития

Детерминированный

- После получения клеткой локальных детерминант, ход ее развития независим от окружающей среды
- Возможность ограничения количества клеток
- Нарушения в клетке на любой стадии повлечет нарушения только у ее потомков
- Невозможность однояйцового близничества

Регулятивный

- Нарушения в ходе эмбриогенеза могут быть исправлены
- Возможность влияния на судьбу клеток во время их диффренециации
- Возможность влияния условий внешней среды на эмбриогенез
- Возможность создания систем неограниченного роста
- Возможность однояйцового близничества

Недостатки разных типов развития

Детерминированный

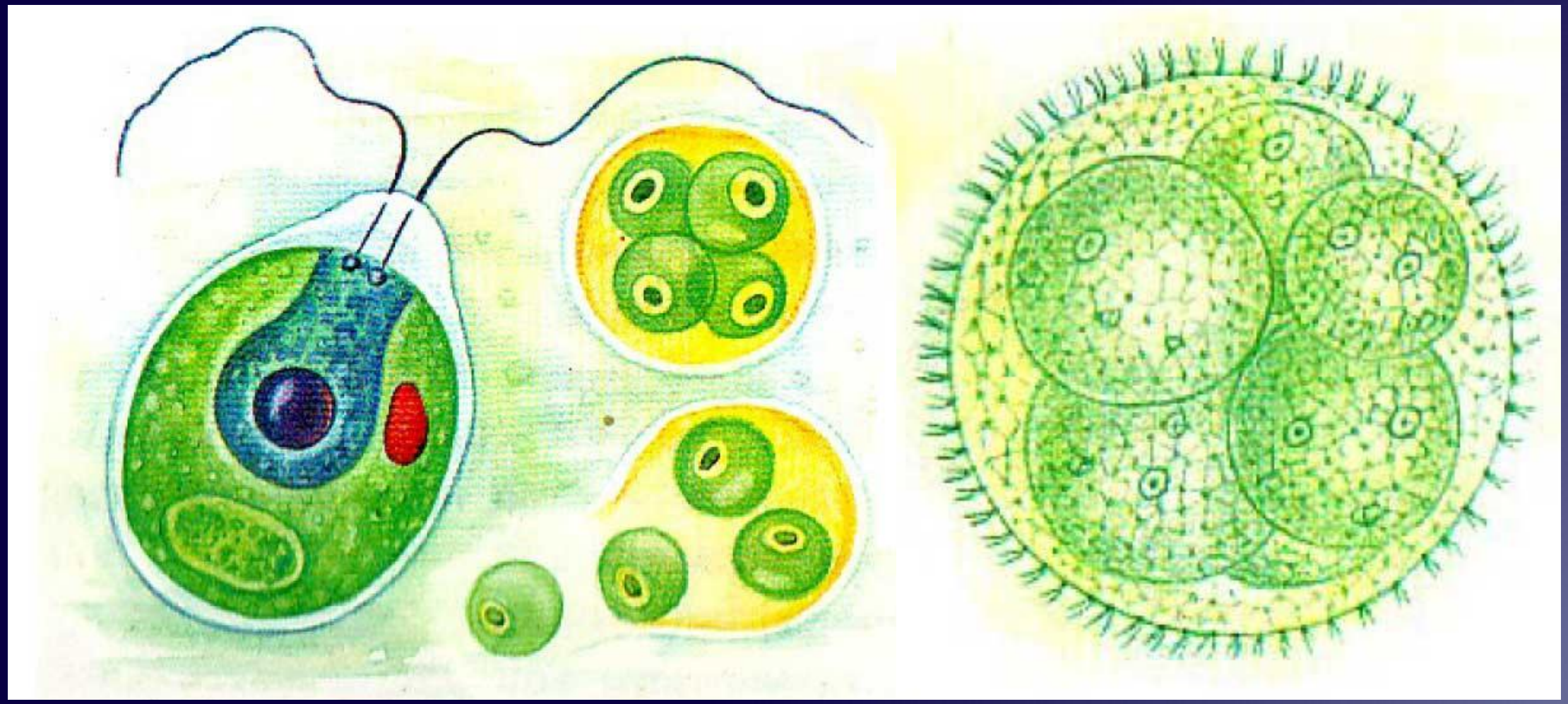
- Нарушения в ходе эмбриогенеза не ликвидируются
- Нарушения на ранних стадиях летальны
- Необходимость создания жесткого цитоскелета для удержания локальных детерминант
- Невозможность однояйцового близничества

Регулятивный

- Нарушения в одной клетке на любой стадии может повлечь нарушения в других клетках этой же стадии
- Возможность влияния условий внешней среды на эмбриогенез
- Необходимость создания координационных центров эмбриона и летальность при их нарушениях
- Возможность однояйцового близничества

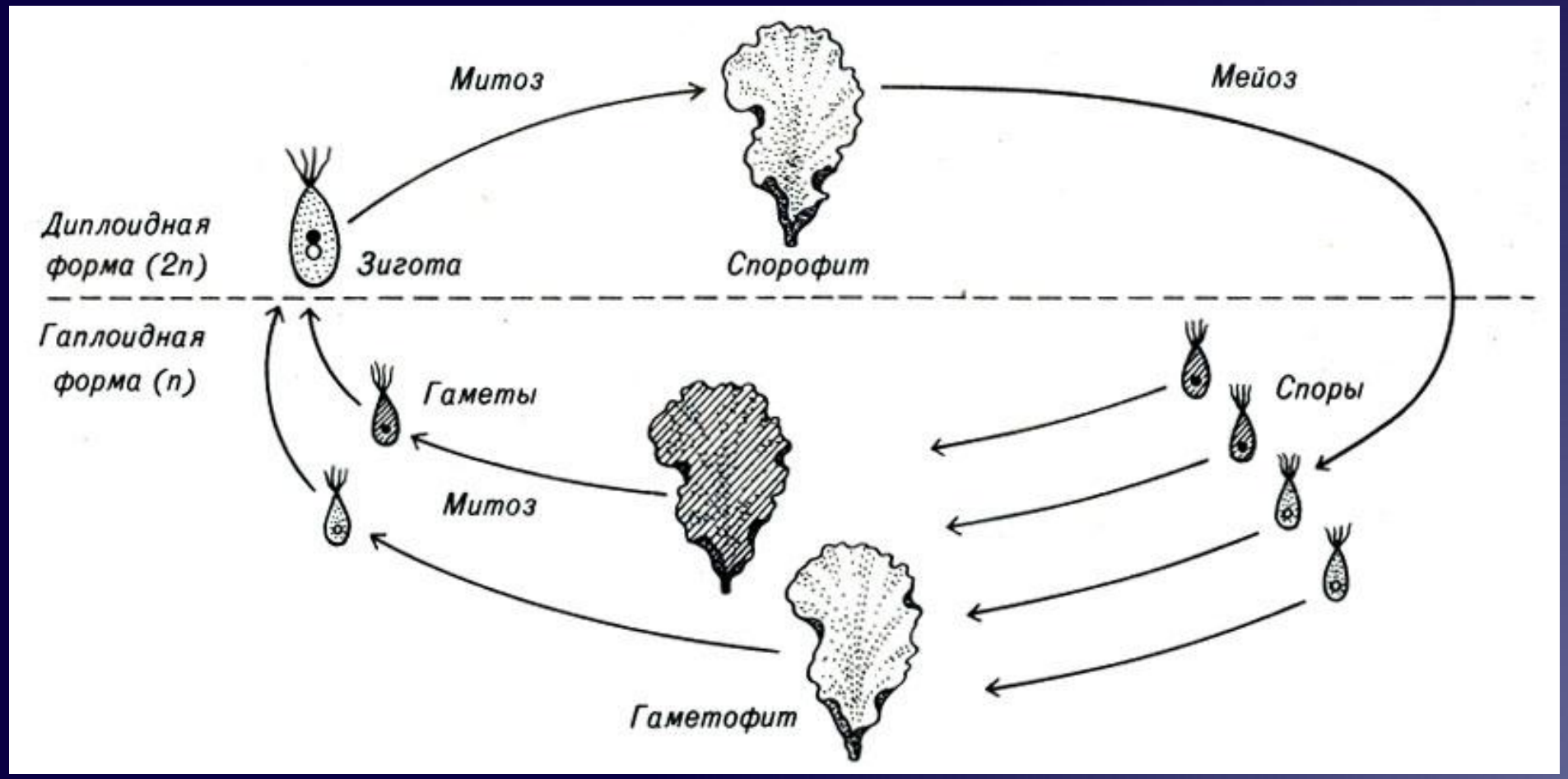
Распространение у растений

I. Одноклеточные и колониальные



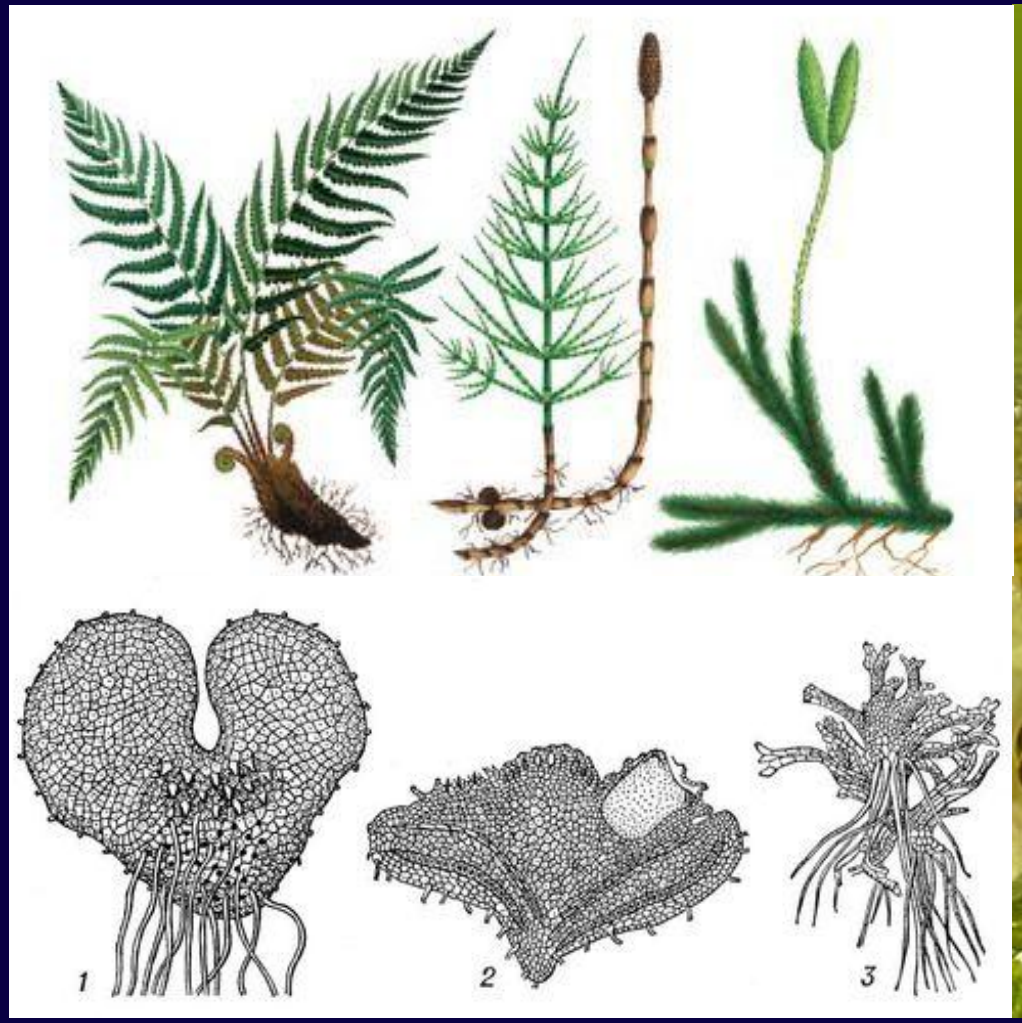
Распространение у растений

II. Низшие многоклеточные



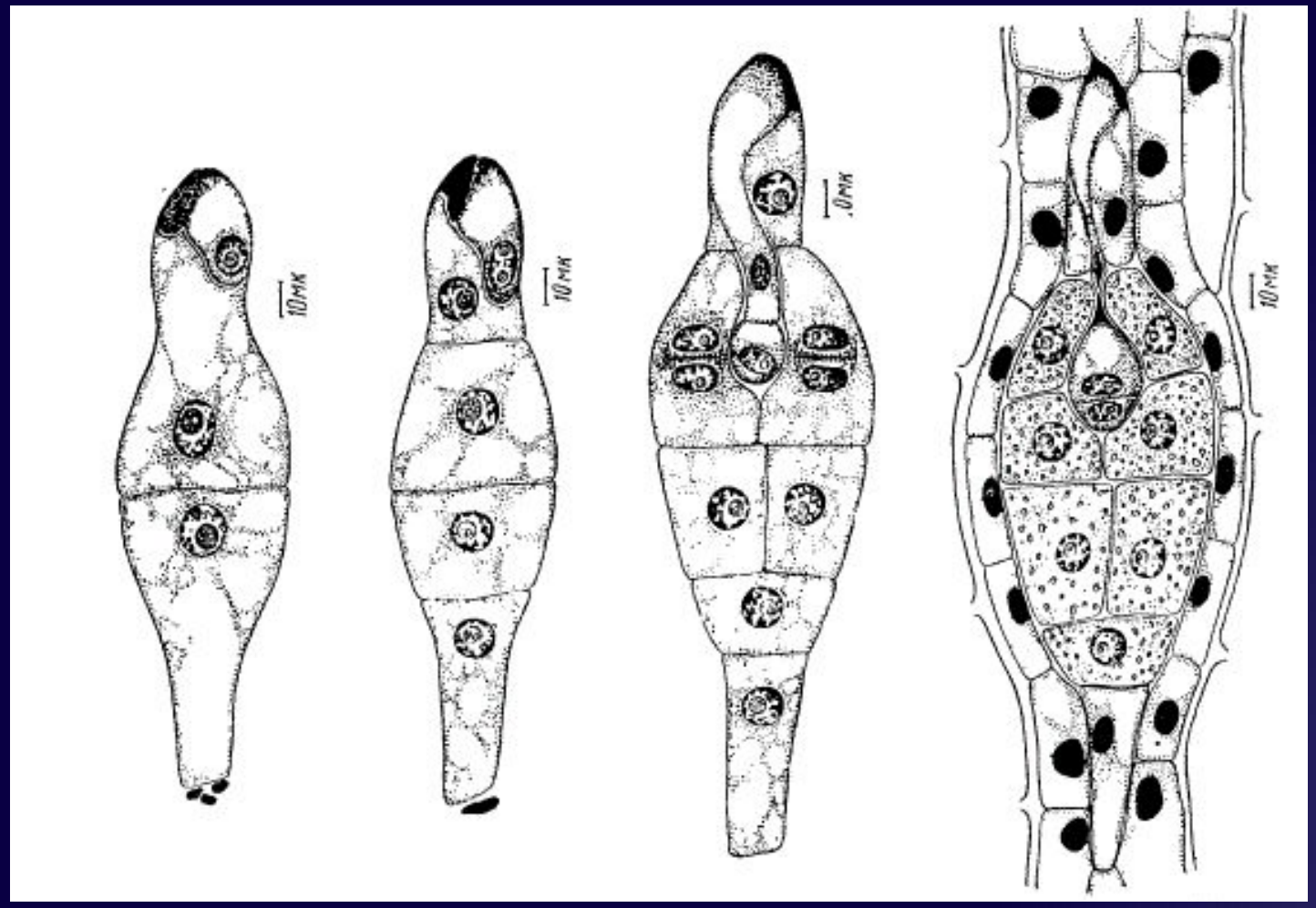
Распространение у растений

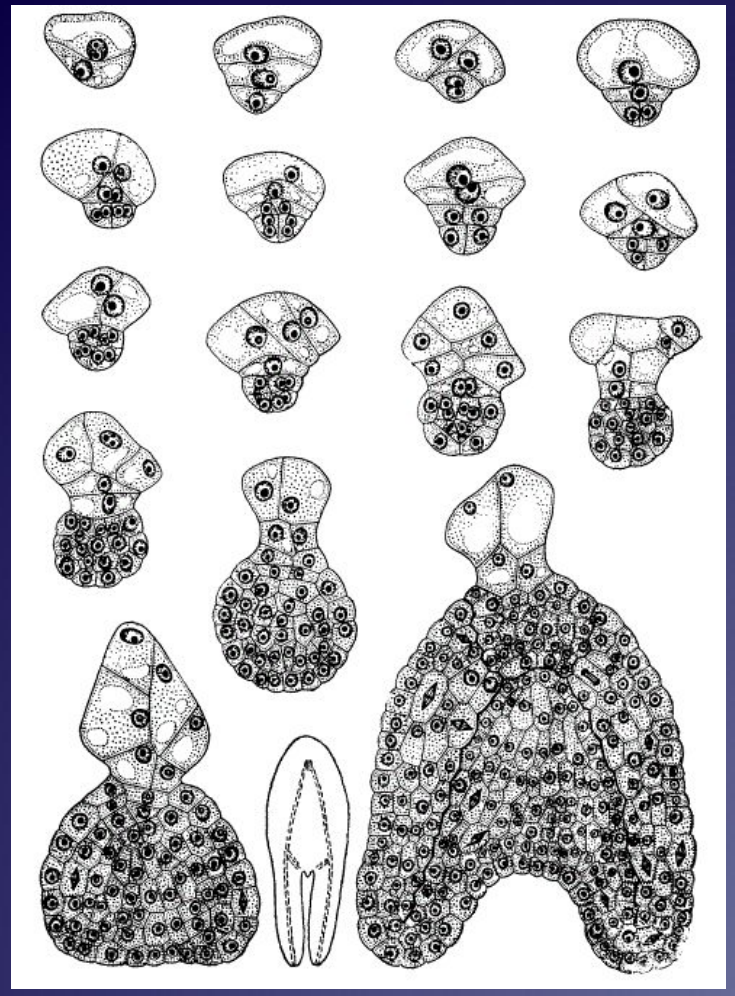
III. Высшие споровые



Распространение у растений

IV. Высшие семенные



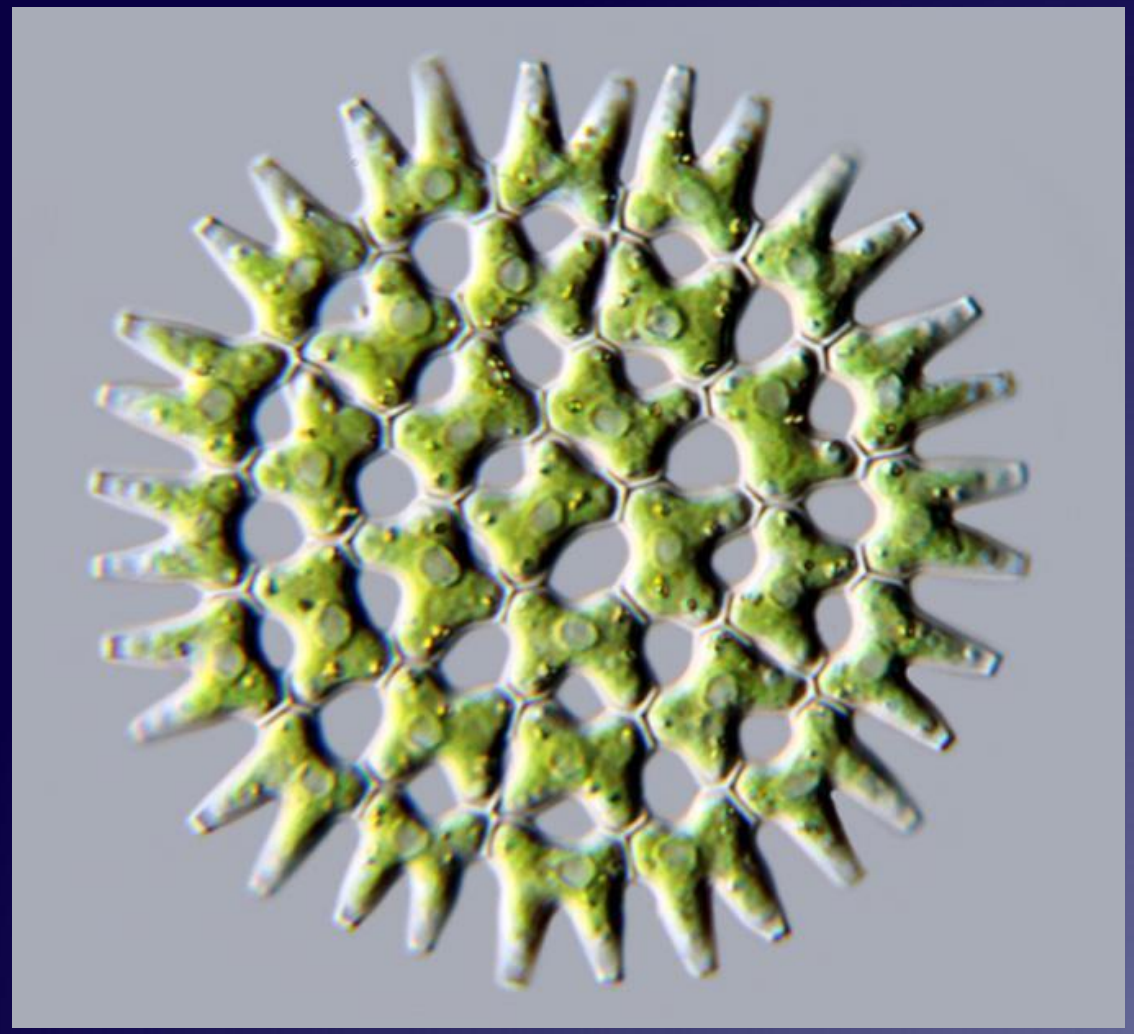


Причины малого распространения детерминированного развития у растений

- Отсутствие в клетках растений локальных детерминант
- Слабое развитие цитоскелета
- Толстые оболочки зародыша, предохраняющие от внешних воздействий
- Единообразность строения клеток с разными функциями и разнообразность клеток с похожими функциями, происхождение одних из других на поздних стадиях онтогенеза
- Организм растений растет всю жизнь

Ценобиальные организмы

Coelastrum microporum



Pediastrum duplex

Neovolvox determinatum

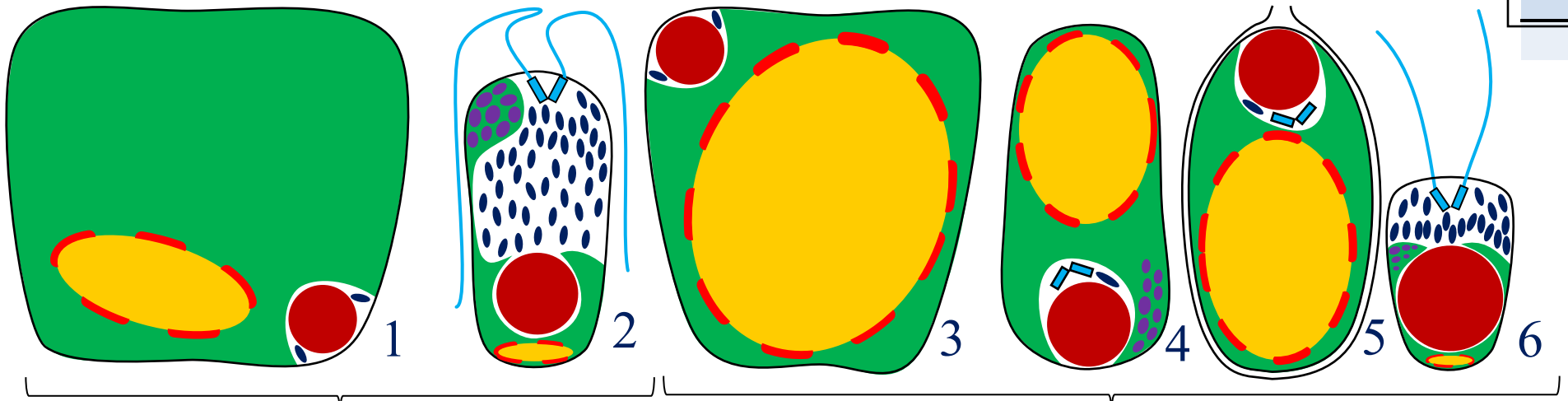
рус. *Неовольвокс детерминированный*
Chlorophyta, Goniceae

Во всех клетках присутствуют:
- Сокр. вакуоли
- ЭПР, диктосомы и их производные

Во всех хроматофорах присутствуют их основные компоненты

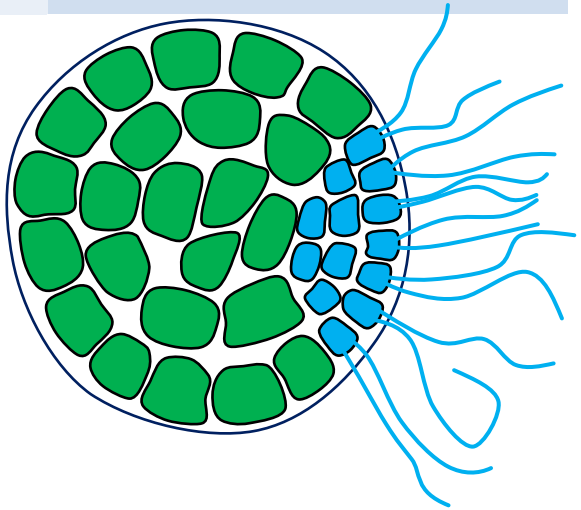
Основные типы клеток:
1. Фотосинтезирующие
2. Двигательные
3. Запасающие
4. Партеногонидии
5. Ооциты
6. Сперматозоиды

	Ядро
	Хроматофор
	Стигма
	Базальные тельца
	Пиреноид
	Зерна крахмала
	Митохондрии
	Жгутики
	Клеточная стенка

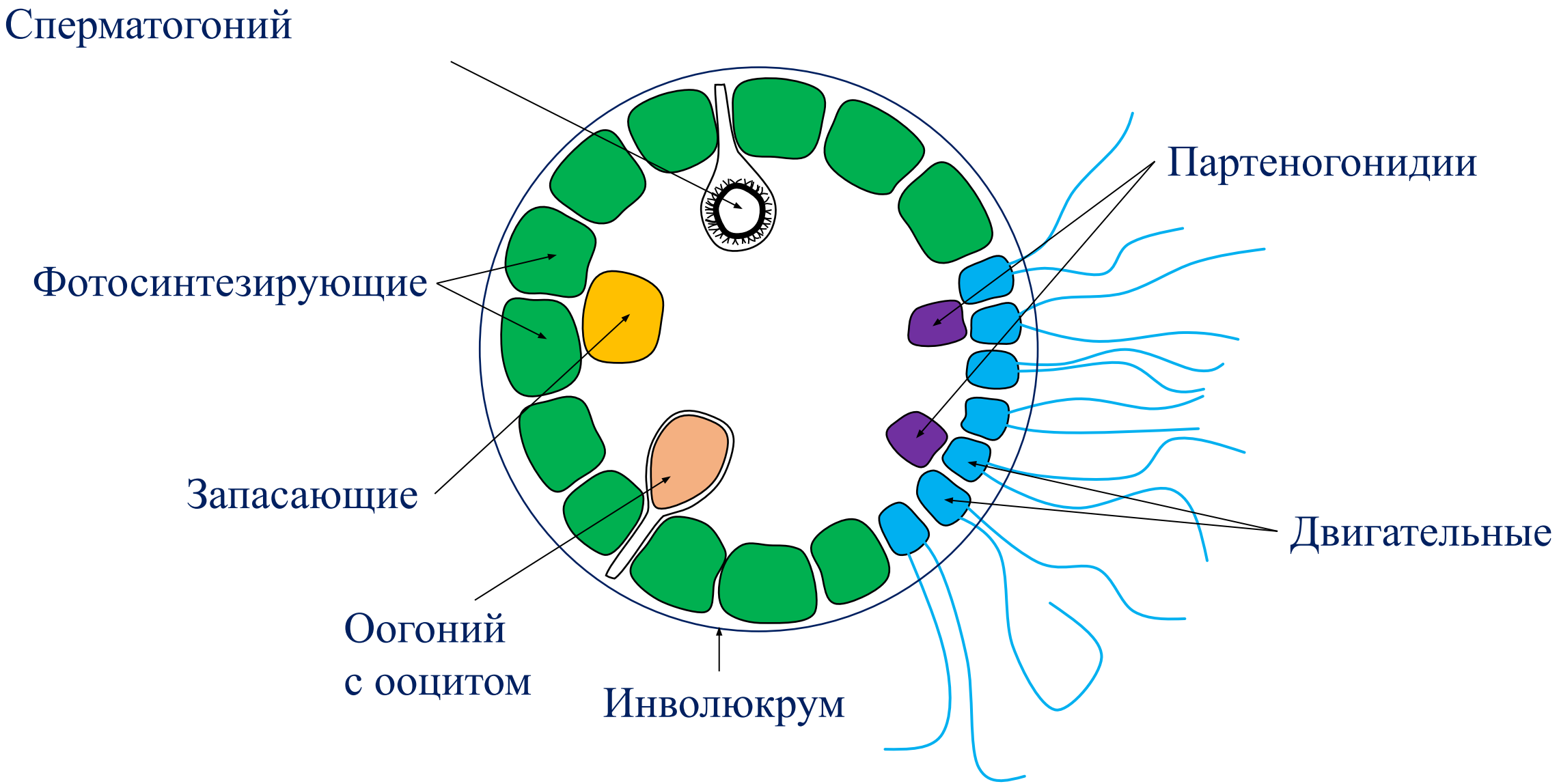


Клетки внешнего слоя

Клетки внутреннего слоя

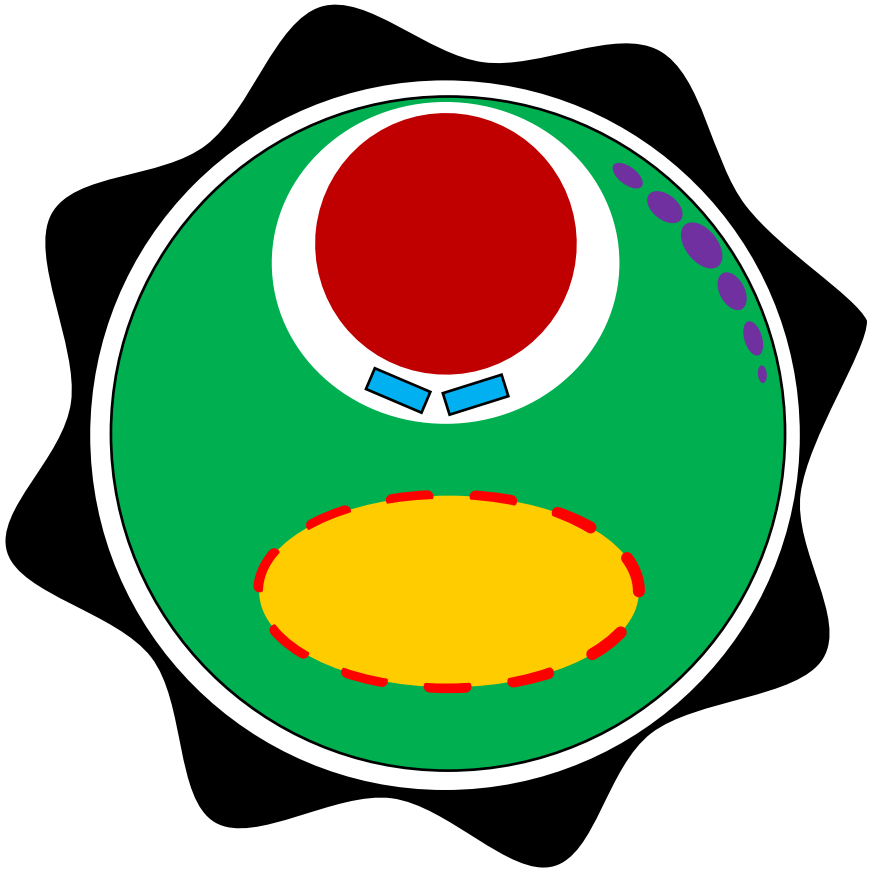


Neovolvox determinatum



Neovolvox determinatum

Начальная детерминация



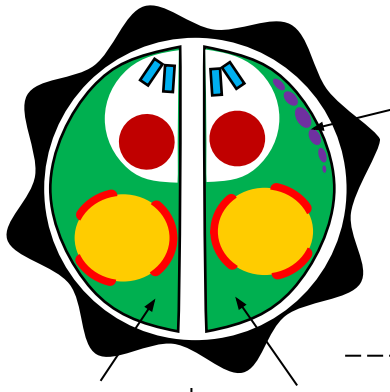
Зигоспора

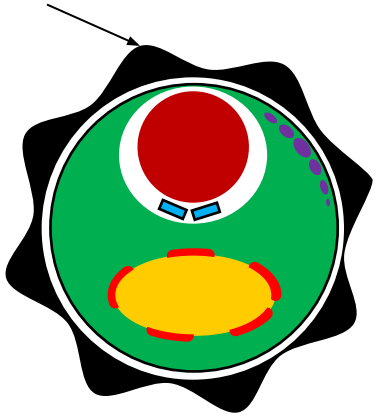
- *Neovolvox determinantum* – обитатель мелких, пересыхающих водоемов, переносящий неблагоприятные условия на стадии зигоспоры
- Стигма зигоспоры, улавливая достаточное количество света начинает активацию теломеров, отвечающих за количество клеточных делений
- Заканчивается стадия активации теломеров после мейоза I зигоспоры
- К мемебране зигоспор прикреплены и удерживаются цитоскелетом ингибиторы клеточной инверсии, попадающие в определенные клетки

Neovolvox determinatum

Цикл развития

n ~ кол-во света





2^{n+3} клеток, стадия инверсии

2^{n} клеток, стадия инверсии

Н-инв

Инв

+ синтез стигмы

Прогаметангий

Фотосинтезирующая

Запасающая

Стигма

Сперматогоний

Оогоний

Сперматозоид

Ооцит

Инв

Н-инв

Партеногонидий

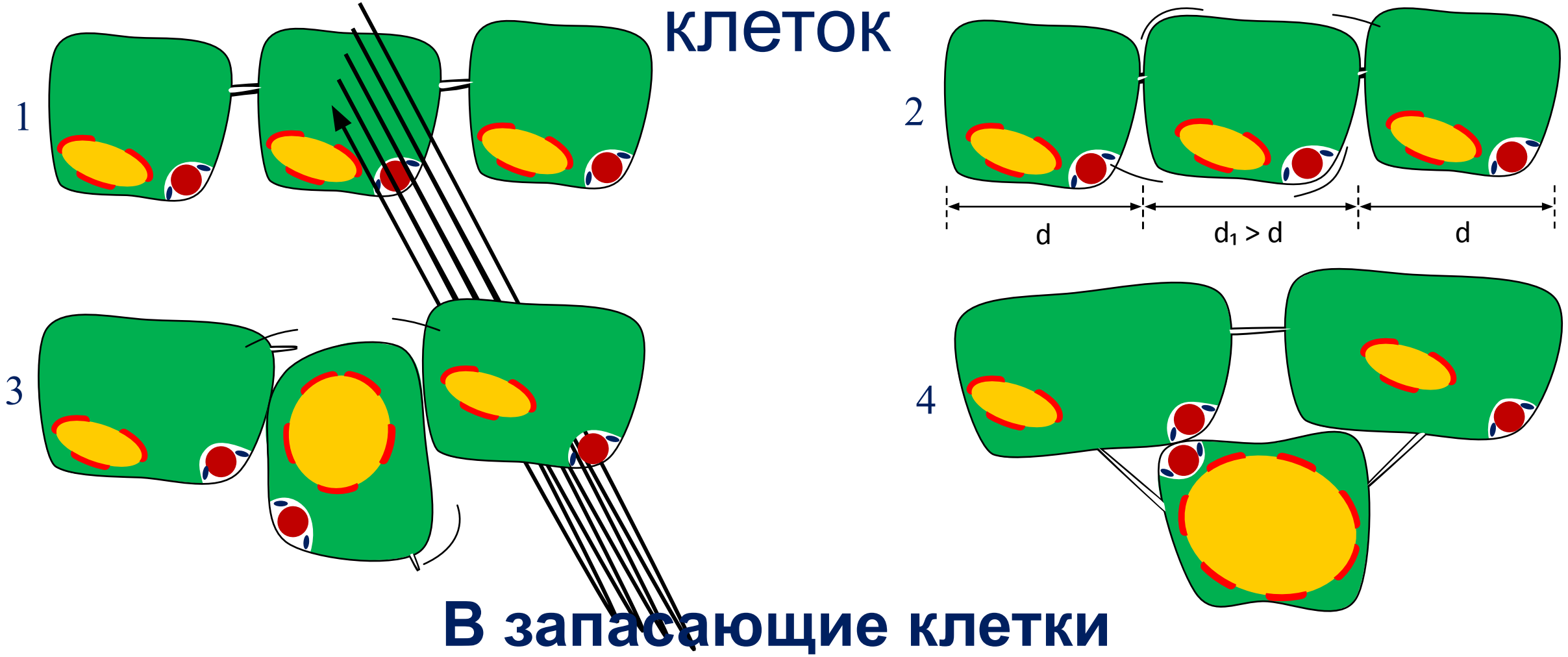
Двигательная

Инв – клетка инвертируется за счет кинезина InvA

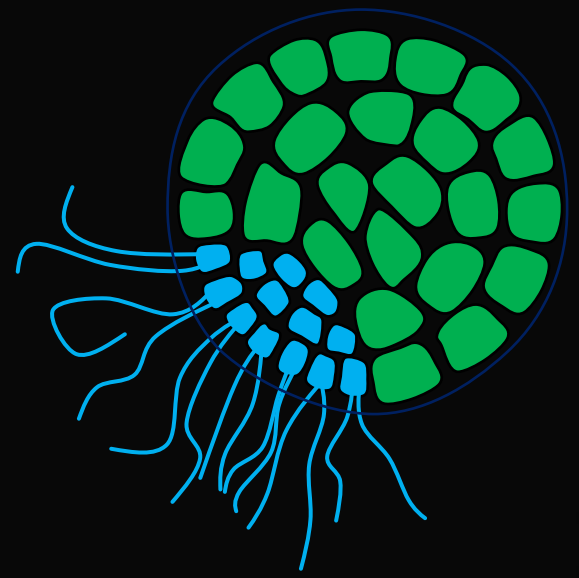
Н-инв – в мембрану встроены ингибиторы InvA, клетка не инвертируется

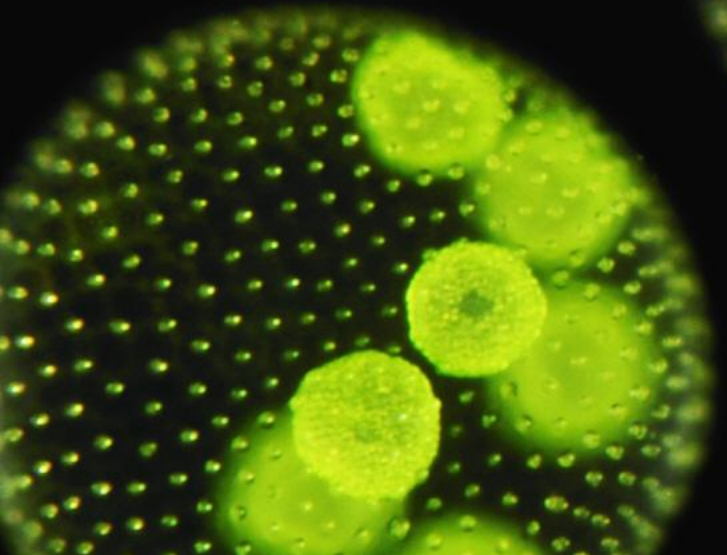
Neovolvox determinatum

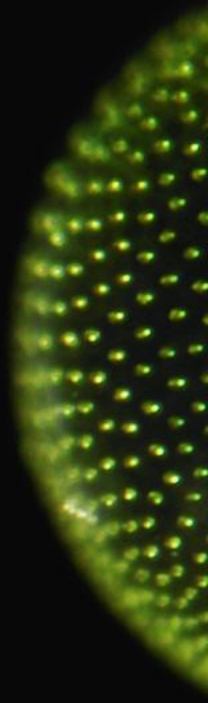
Дифференциация фотосинтезирующих клеток



В запасающие клетки







Спасибо за внимание!

Список источников

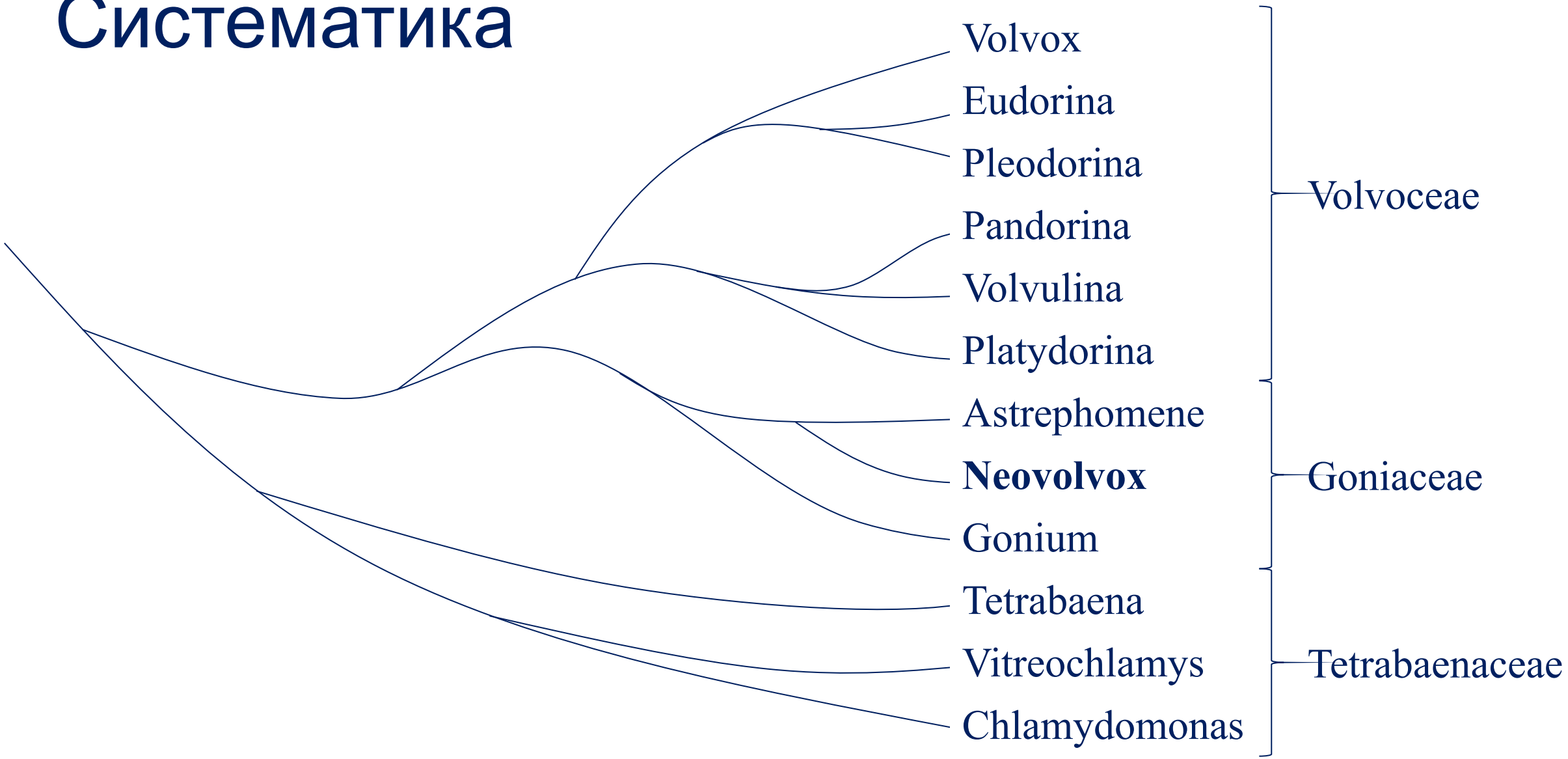
1) «Вольвокс»: worldofschool.ru/biologiya/stati/botanika/rast/niz/vod/zel/hlorofic/volvoks/volvoks
2) «Детерминативный и регулятивный типы развития»: activestudy.info/determinativnyj-i-regulyativnyj-tipy-razvitiya
3) «Детерминация и дифференцировка клеток тканей»: studopedia.ru/5_103753_determinatsiya-i-differentsirovka-kletok-tkaney.html
4) «Дифференциация клеток. Детерминация клеток. Клеточная гибель. Понятие о дифферoне»: meduniver.com/Medical/gistologia/41.html
5) «Зародыш растений»: medbiol.ru/medbiol/botanica/001305af.htm
6) «Основы альгологии и микологии», А. Г. Охапкин, Нижний Новгород: «Издательство Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского», 2010
7) «Проблема смерти и бессмертия», И. И. Шмальгаузен, М.: «Главлит», 1926
8) «Прогрессивная детерминация клеток в течение гаструляции» medbiol.ru/medbiol/genetic_sk/00027415.htm
9) «Развитие зародыша»: animals-world.ru/razvitie-zarodysha
10) «Регулятивное и мозаичное развитие»: doklad-referat.ru/Регулятивное_и_мозаичное_развитие
11) «Регуляция онтогенеза» yamedik.org/?p=11&c=biologiya/bio_ru_mar
12) «Типы онтогенеза»: jbio.ru/tipy-ontogeneza
13) Ультраструктура *Chlamydomonas pseudopertusa* (Chlamydomonadaceae, chlorophyta)», О. Н. Болдина, «Ботанический журнал», т. 85, №4, 2000
14) «Экзамен по биологии развития»: studfiles.ru/preview/3115109
15) «Этапы развития растений»: bibliotekar.ru/7-selskohozyaystvennye-zhivotnye/21.html

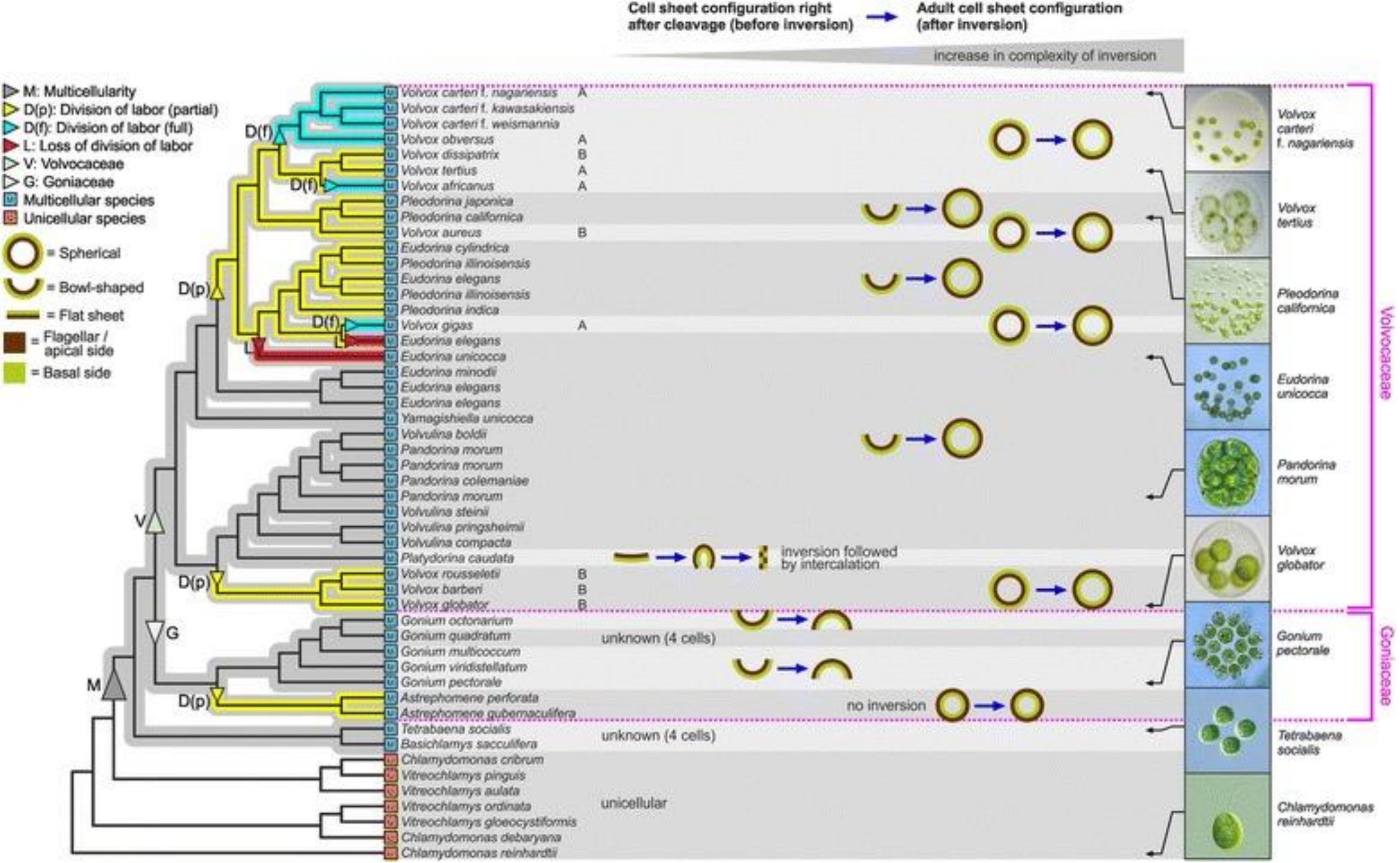
Список источников

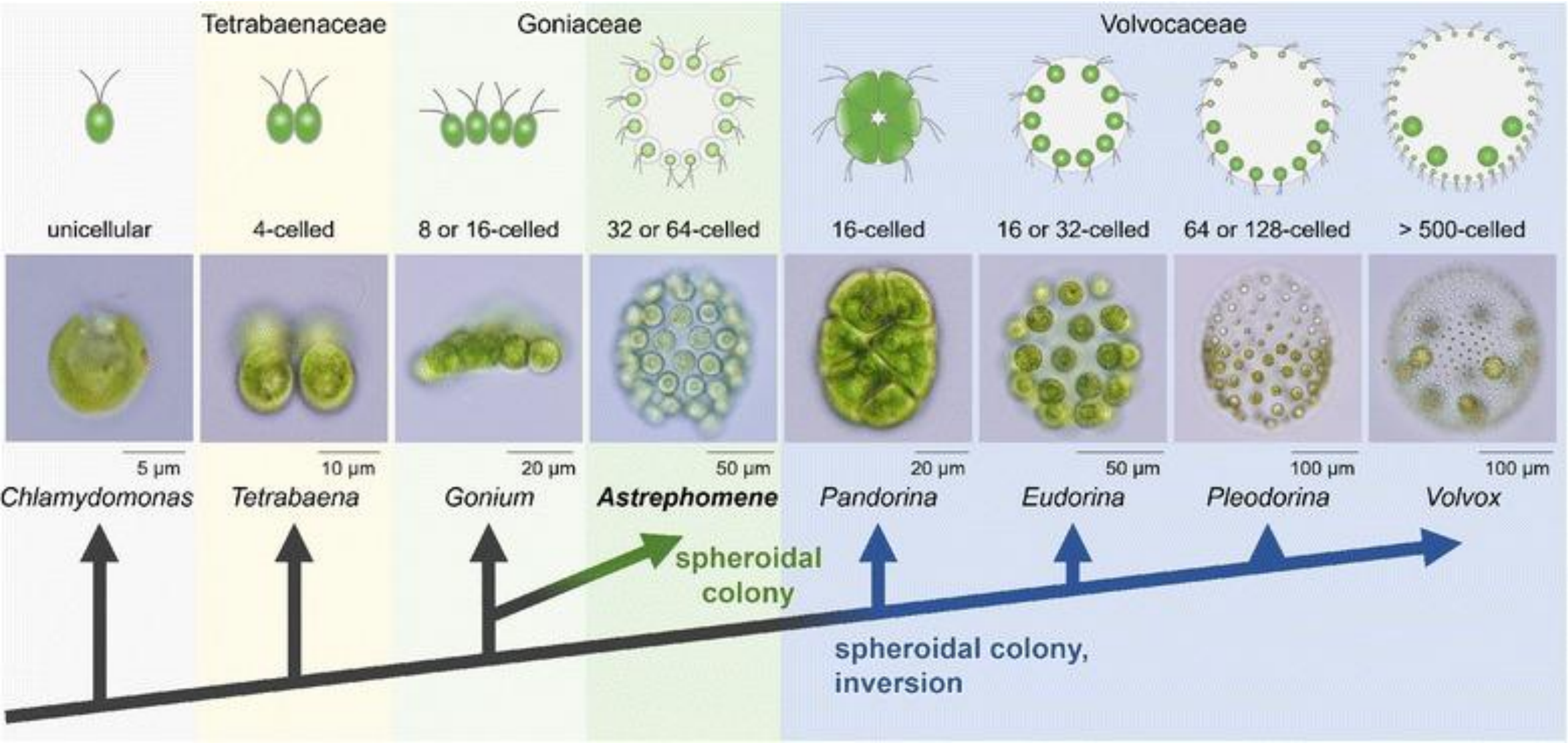
16) «Alternative evolution of a spheroidal colony in volvocine algae: developmental analysis of embryogenesis in Astrephomene(Volvocales, Chlorophyta)», Hisayoshi Nozaki et al., 2016, PMCID: 5103382
17) «Cell shape changes and the mechanism of inversion in Volvox», G. I. Viamontes & D. L. Kirk, PMCID: 2111588, 1977
18) «Costs and trade-offs of grazer-induced defenses in Scenedesmus under deficient resource», Xuexia Zhu & oth.; Scientific Reports 6, Article number: 22594, 2016
19) «Distinct shape-shifting regimes of bowl-shaped cell sheets – embryonic inversion in the multicellular green algae Pleodorina», S. Höhn & A. Hallmann, PMCID: 5062935, 2016
20) «Mitosis, cytokinesis and colony formation in the colonial green alga Astrephomene gubernaculifera», H. J. Hoops & G. L. Floyd, «British Phycological Journal», vol 17, is. 3, 1982
21) «Morphogenesis in the family Volvocaceae: different tactics for turning an embryo right-side out», A. Hallmann, «Protist», vol. 157, is. 4, 2006
22) «Squirmers with swirl: a model for Volvox swimming», T. J. Pedley, D. R. Brumley & R. E. Goldstein, PMCID: 5070036, 2016
23) «The *Chlamydomonas* cell cycle», F. R. Cross & J. G. Umen, PMCID: 4409525, 2015
24) «The sexual cycle and intercrossing in the genus Astrephomene», A. E. Brooks, «Eukariotik biology», vol. 13, is. 2, 1966
25) «There is more than one way to turn a spherical cellular monolayer inside out: type B embryo inversion in Volvox globator», S. Höhn & A. Hallmann, PMCID: 3324393, 2011
26) «Ultrastructure and development of the flagellar apparatus and flagellar motion in the colonial green alga astrephomene guberna», H. J. Hoops & G. L. Floyd, «Cell Sci», vol. 63, 1983

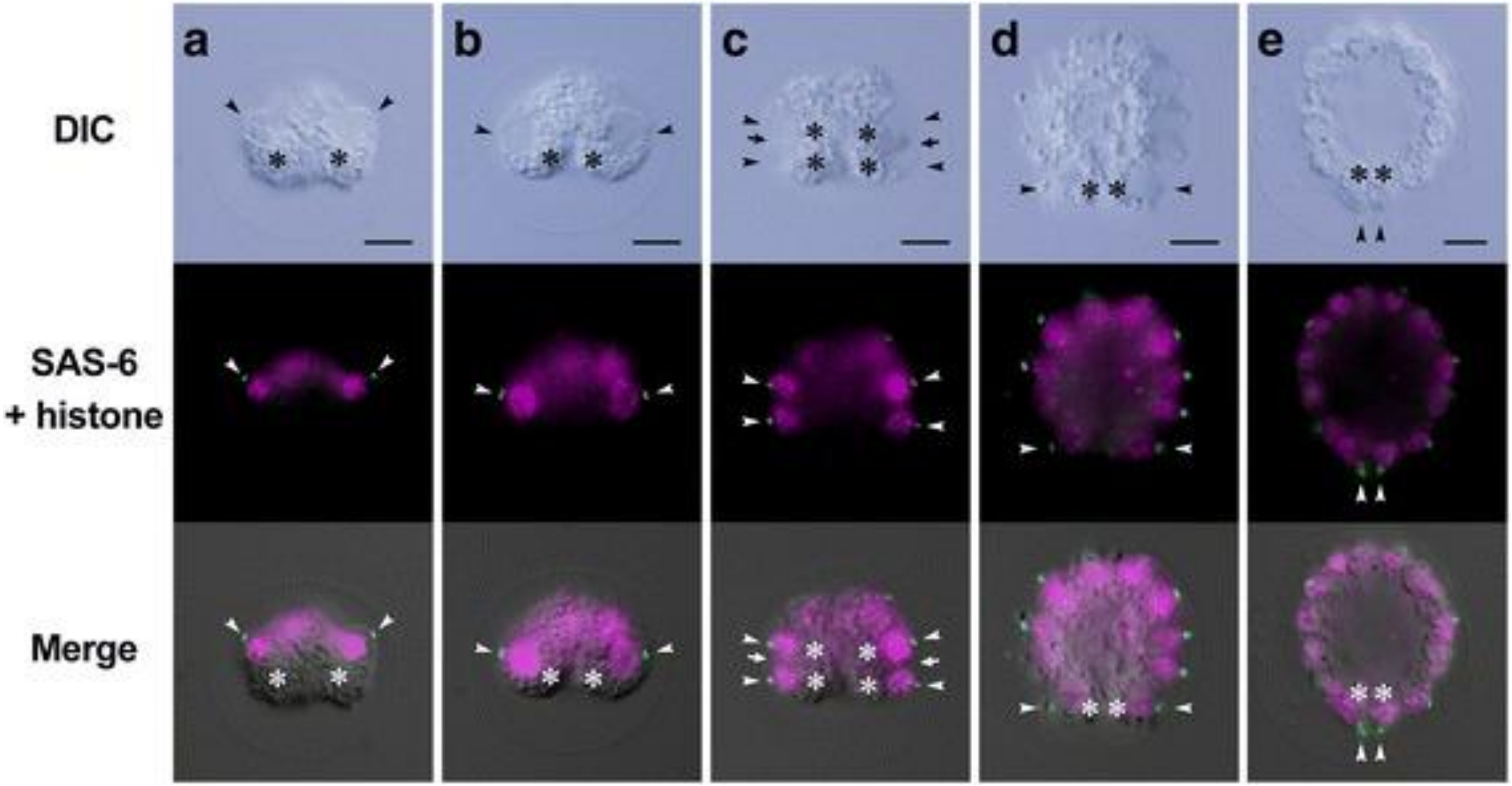
Neovolvox determinatum

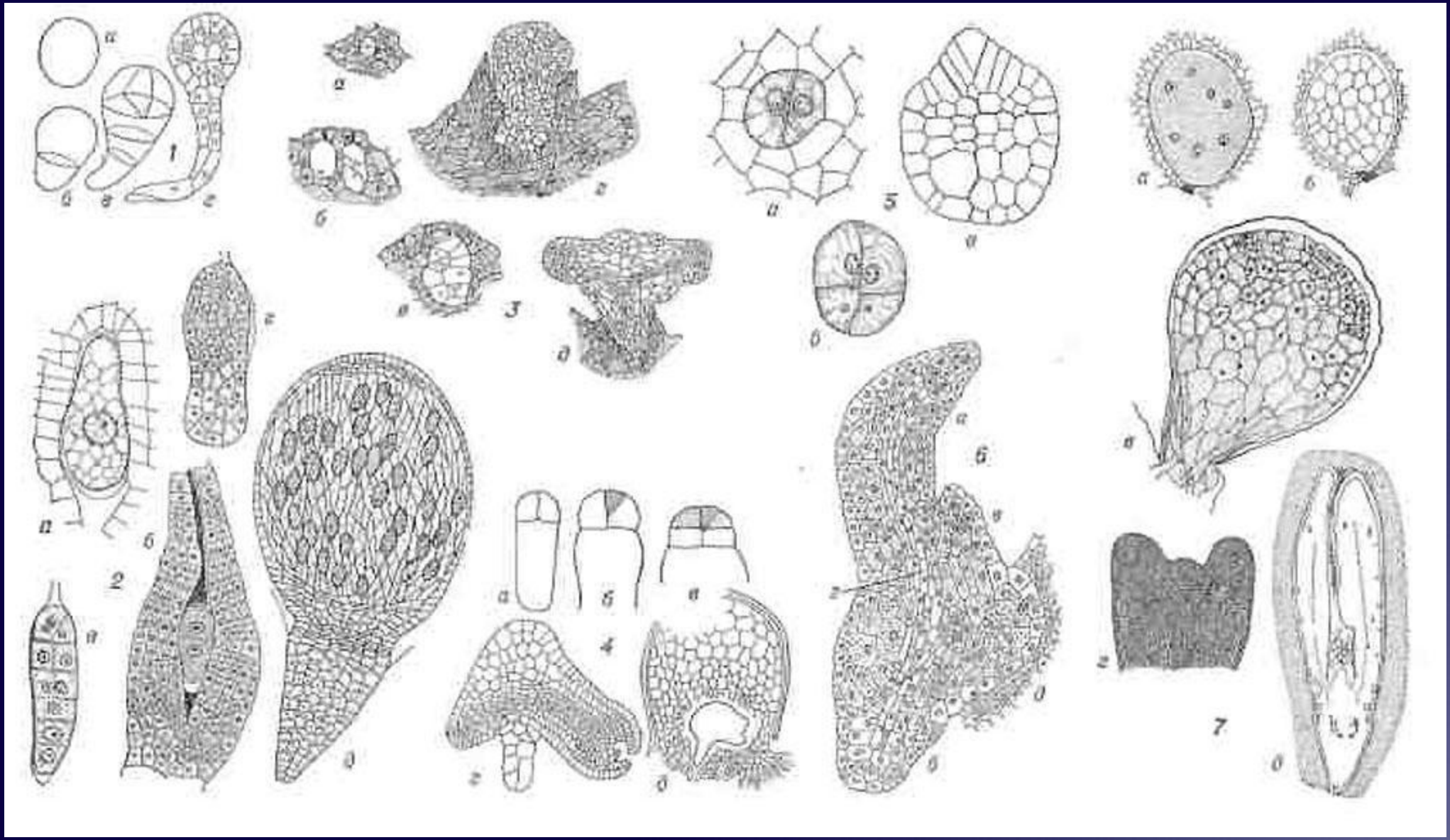
Систематика

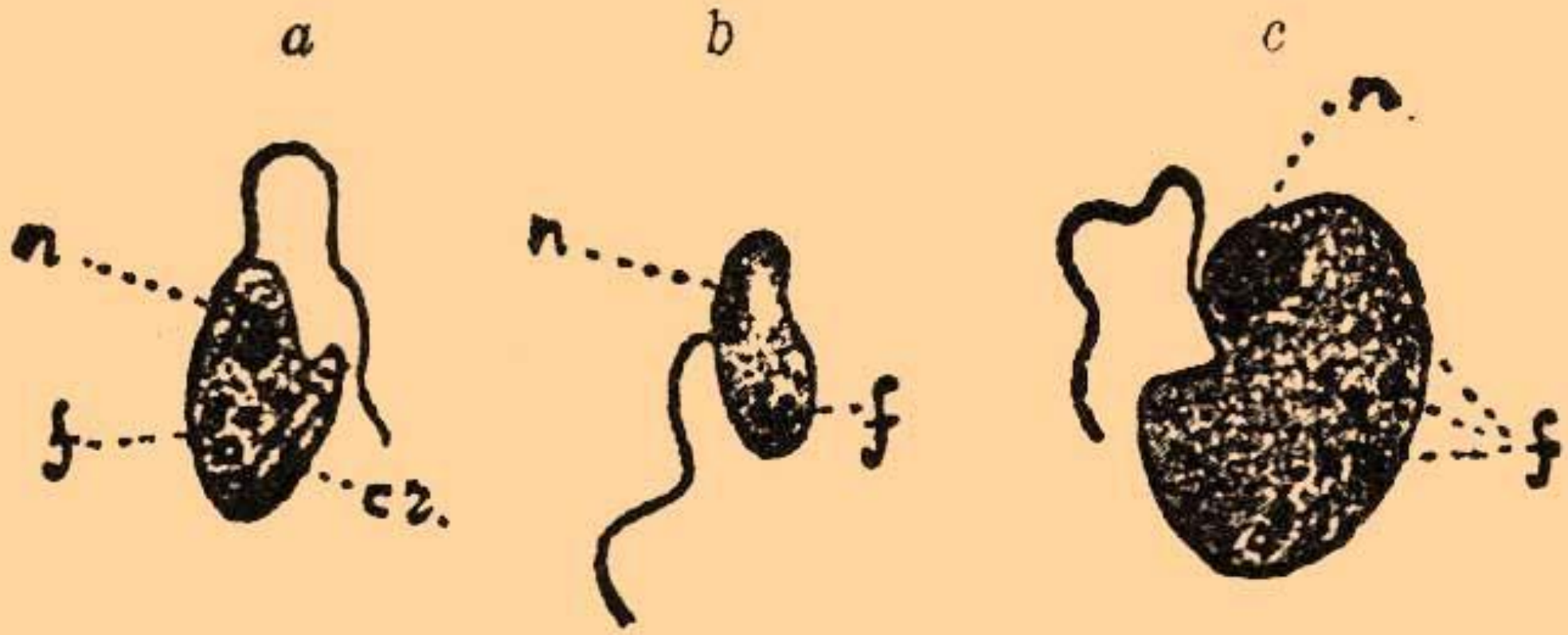



Cell sheet configuration right after cleavage (before inversion)
Adult cell sheet configuration (after inversion)
increase in complexity of inversion
M: Multicellularity
D(p): Division of labor (partial)
D(f): Division of labor (full)
L: Loss of division of labor
V: Volvocaceae
G: Goniaceae
Multicellular species
Unicellular species
= Spherical
= Bowl-shaped
= Flat sheet
= Flagellar / apical side
= Basal side
Volvox carteri f. nagariensis A
Volvox carteri f. kawasakiensis
Volvox carteri f. weismannia
Volvox obversus A
Volvox dissipatrix B
Volvox tertius A
Volvox africanus A
Pleodorina japonica
Pleodorina californica
Volvox aureus B
Eudorina cylindrica
Pleodorina illinoisensis
Eudorina elegans
Pleodorina illinoisensis
Pleodorina indica
Volvox gigas A
Eudorina elegans
Eudorina unicocca
Eudorina minodii
Eudorina elegans
Eudorina elegans
Yamagishiella unicocca
Volvulina boldii
Pandorina morum
Pandorina morum
Pandorina colemaniae
Pandorina morum
Volvulina steinii
Volvulina pringsheimii
Volvulina compacta
Platydorina caudata
inversion followed by intercalation
Volvox rousseletii B
Volvox barberi B
Volvox globator B
Gonium octonarium
Gonium quadratum
unknown (4 cells)
Gonium multicoccum
Gonium viridistellatum
Gonium pectorale
Astrephomene perforata
Astrephomene gubernaculifera
no inversion
Tetrabaena socialis
Basichlamys sacculifera
unknown (4 cells)
Chlamydomonas cribrum
Vitreochlamys pinguis
Vitreochlamys aulata
Vitreochlamys ordinata
Vitreochlamys gloeocystiformis
Chlamydomonas debaryana
Chlamydomonas reinhardtii
unicellular
D(f)
D(f)
D(p)
D(f)
L
V
D(p)
G
M
D(p)
Volvox carteri f. nagariensis
Volvox tertius
Pleodorina californica
Eudorina unicocca
Pandorina morum
Volvox globator
Gonium pectorale
Tetrabaena socialis
Chlamydomonas reinhardtii
Volvocaceae
Goniaceae

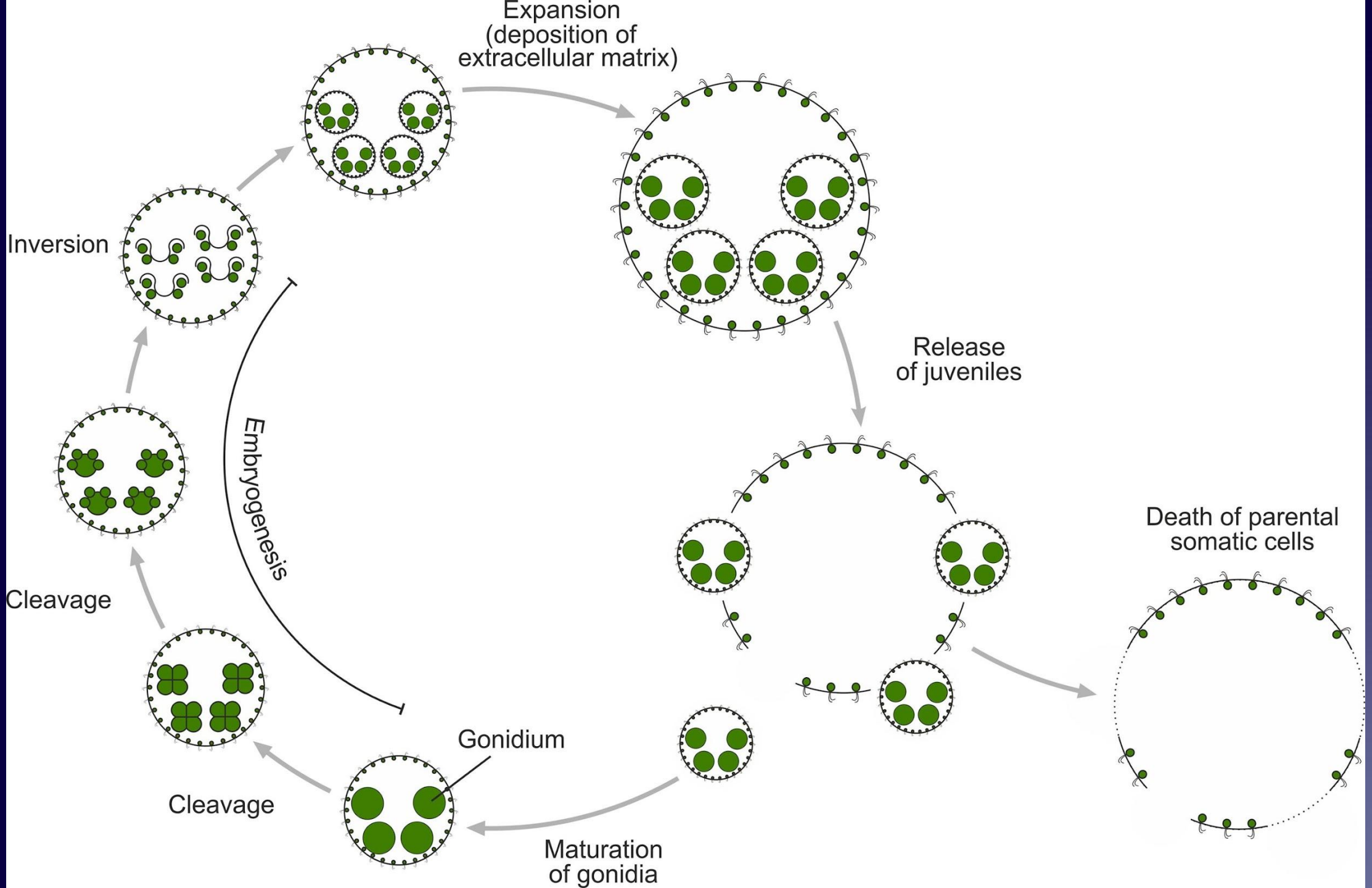

Tetrabaenaceae
Goniaceae
Volvocaceae
unicellular
4-celled
8 or 16-celled
32 or 64-celled
16-celled
16 or 32-celled
64 or 128-celled
> 500-celled
5 µm
10 µm
20 µm
50 µm
20 µm
50 µm
100 µm
100 µm
Chlamydomonas
Tetrabaena
Gonium
Astrephomene
Pandorina
Eudorina
Pleodorina
Volvox
spheroidal colony
spheroidal colony, inversion


a
b
c
d
e
DIC
SAS-6
+ histone
Merge





Фиг. 3. Зооспоры или блуждающія споры радіолярій; *a*—анизоспора; *b* и *c*—изоспоры (*b*—микроспора, *c*—макроспора); *n*—ядро; *f*—капли жира; *cr*—кристалликъ.


Expansion
(deposition of
extracellular matrix)
Release
of juveniles
Death of parental
somatic cells
Maturation
of gonidia
Gonidium
Cleavage
Cleavage
Inversion
Embryogenesis