



Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН  
Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова



**Эпителиальные морфогенезы, обеспечивающие  
метаморфоз личинки-планулы гидроида  
*Dunatena pumila*, возможная регуляторная роль  
серотонина**

**Докладчик – Антон Игоревич Богомолов**

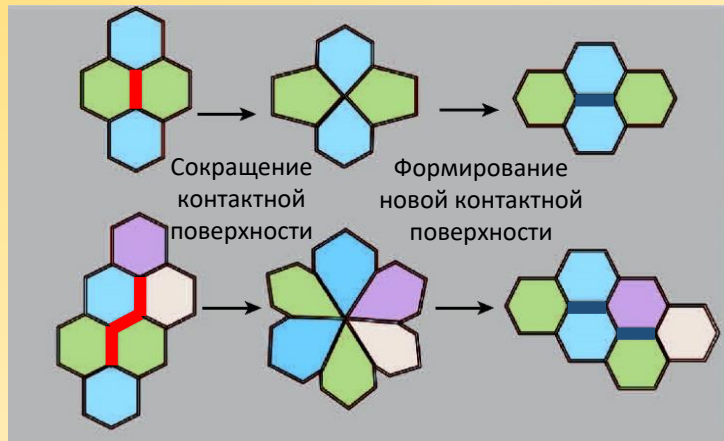
**Авторы:**

Антон Игоревич Богомолов  
Елена Евгеньевна Воронежская  
Юлия Александровна Краус

2023 г.

# Роль эпителиальных морфогенезов в развитии

## Схема интеркаляции клеток

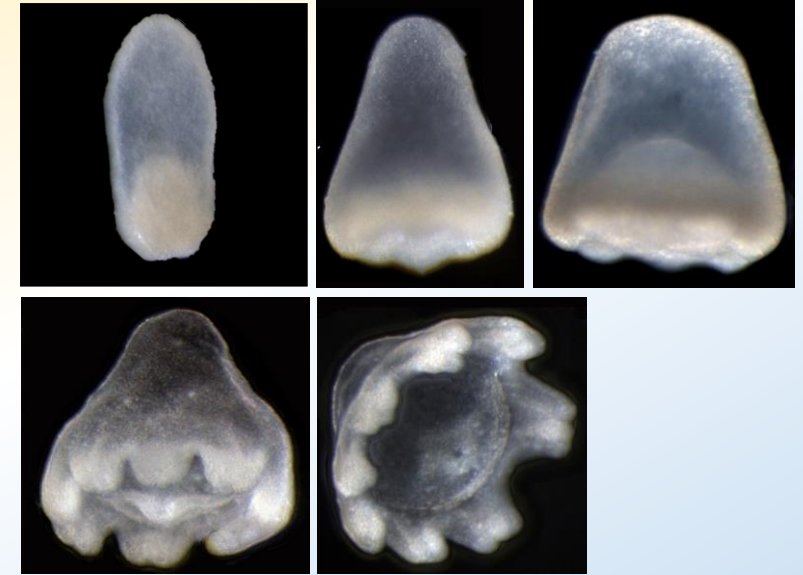


Guillot, Lecuit, 2013

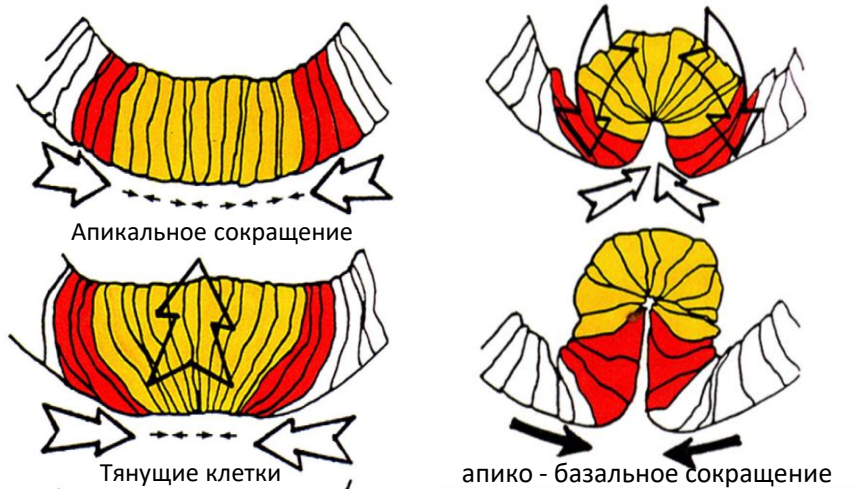
## Формирование ювенильной медузы у сцифоида (*Cnidaria*)



*Pelagia noctiluca*



## Изгибание эпителия (гастрюляция *Drosophila*)

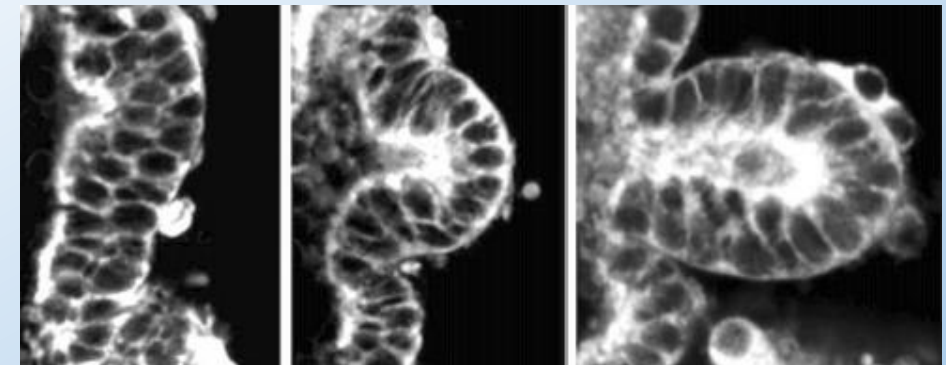


Sawyer et al., 2010

## Формирование целома у голотурии (*Echinodermata*)



*Apostichopus japonicus*



Udagawa et al., 2022



# Морфогенез в жизненном цикле *Dynatena rutila*

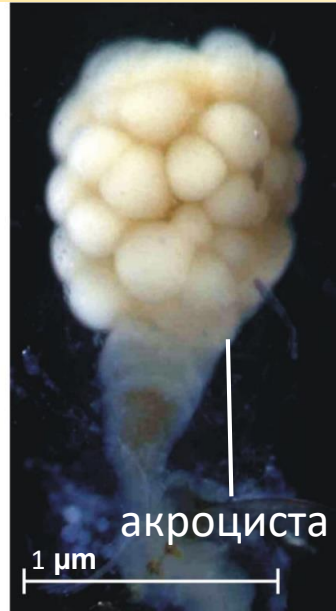


**Дробление**

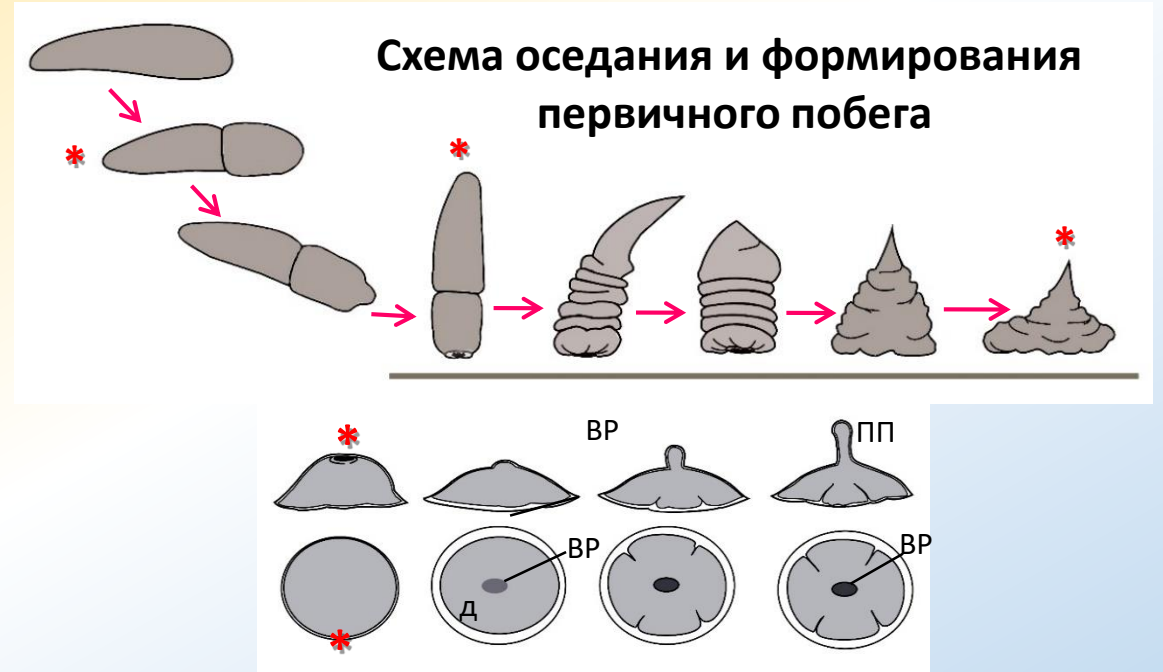
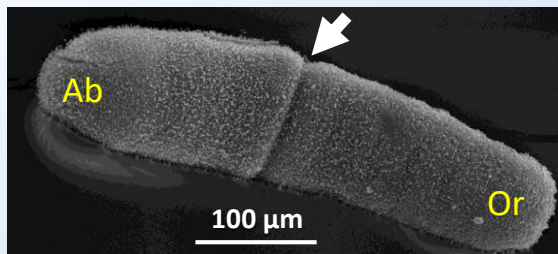
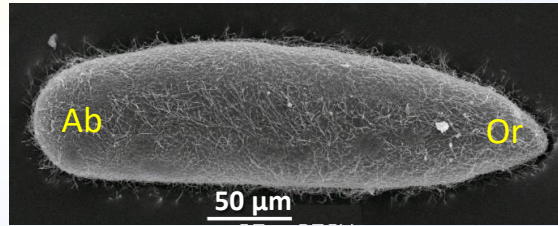
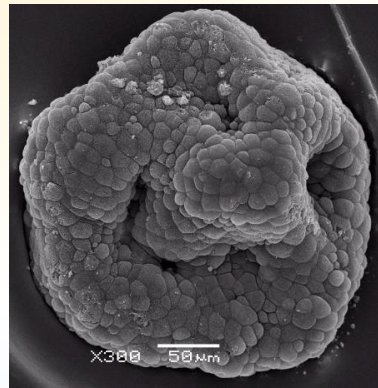
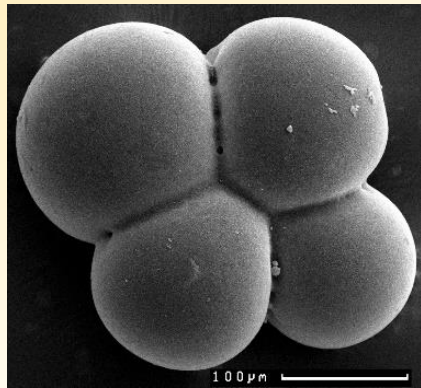


**Средняя гастрюла**

Kraus, 2006



**Планула**



Kraus, Pyataeva, 2011

**Ab** – передний (аборальный) конец

**Or** – задний (оральный) конец

**BP** – верхушка роста

**Д** – прикрепительный диск

**ПП** – первичный побег

**→** – складка латеральной эктодермы



# Готовые к оседанию планулы формируют складки эктодермы

Ab – передний (аборальный) конец

Or – задний (оральный) конец

ЭКТ – эктодерма ЭНД – энтодерма

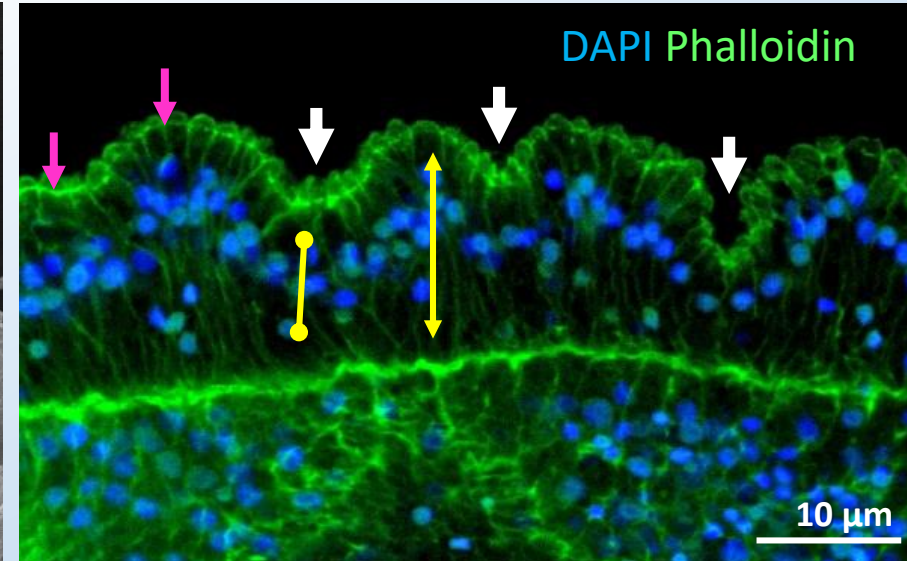
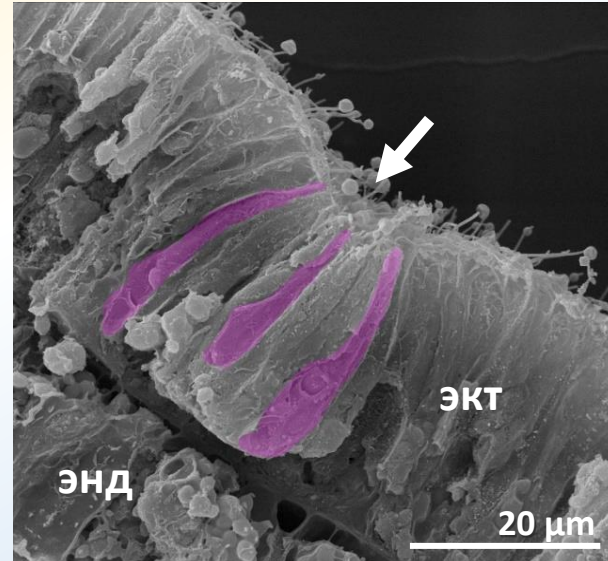
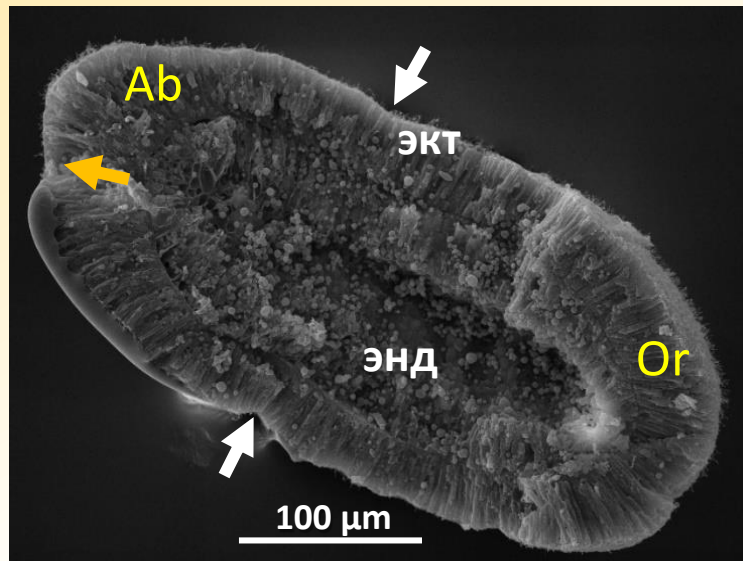
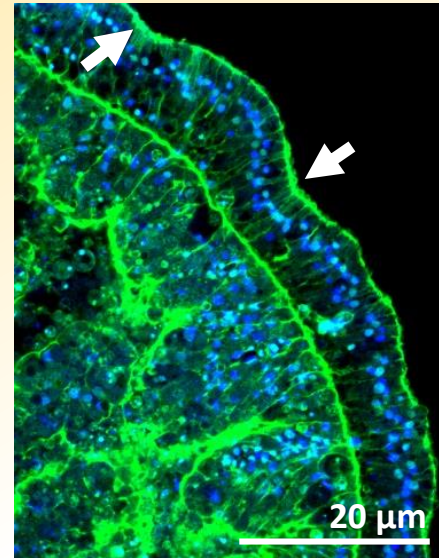
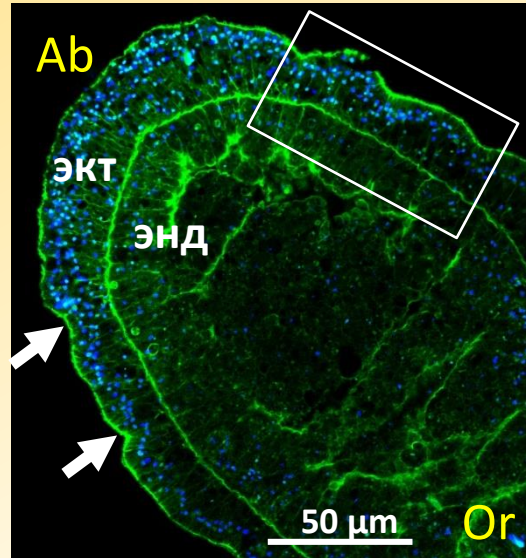
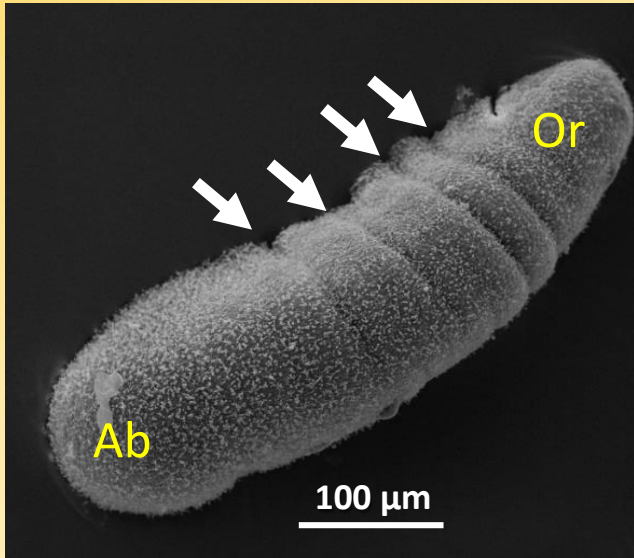
● – клетки с сокращенными апексами

↔ – сокращение и удлинение апико-базальных осей клеток

→ – актиновый кабель

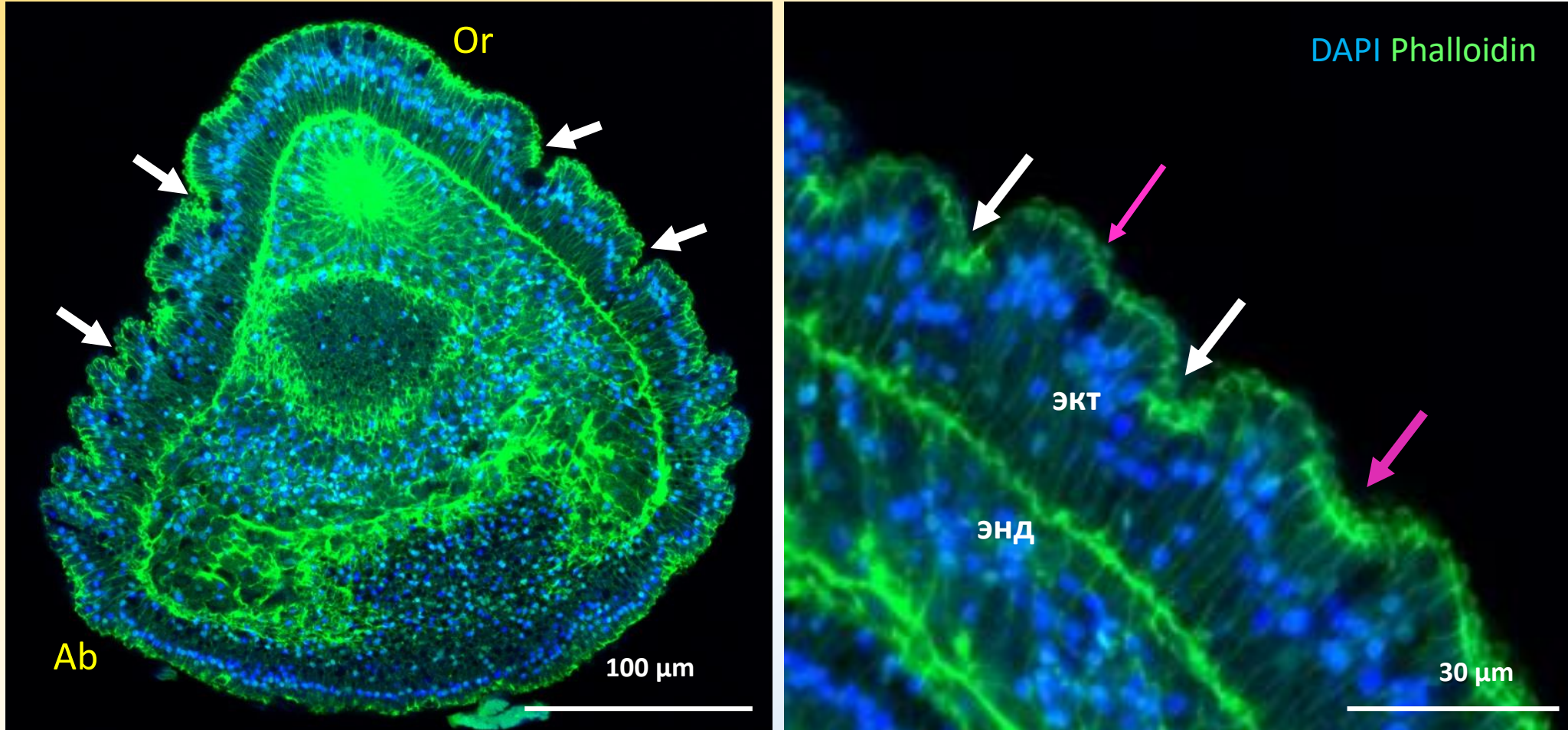
→ – складка оральной эктодермы

→ – складка латеральной эктодермы

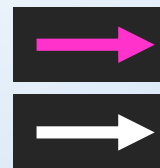




# При оседании число складок латеральной эктодермы увеличивается



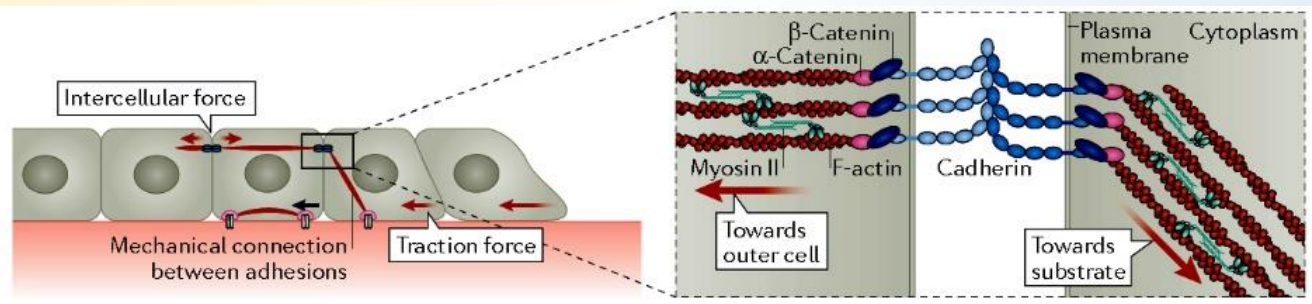
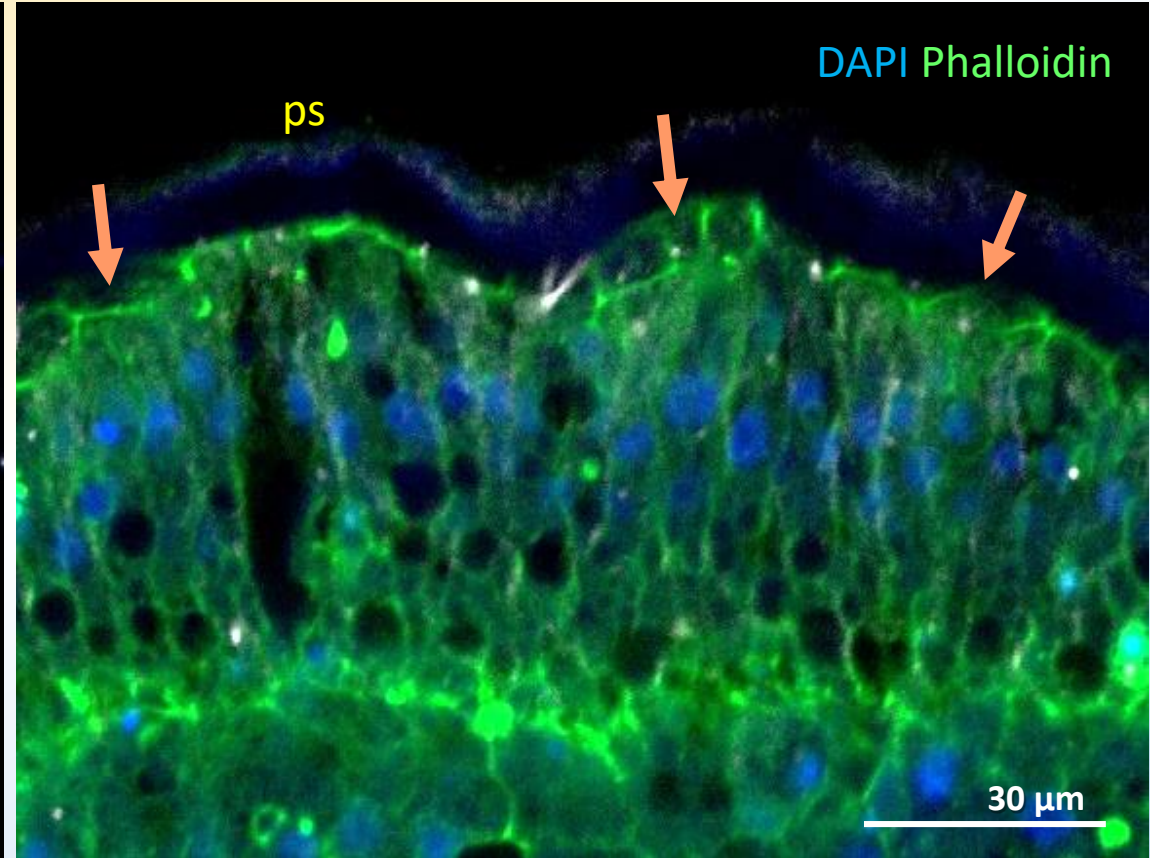
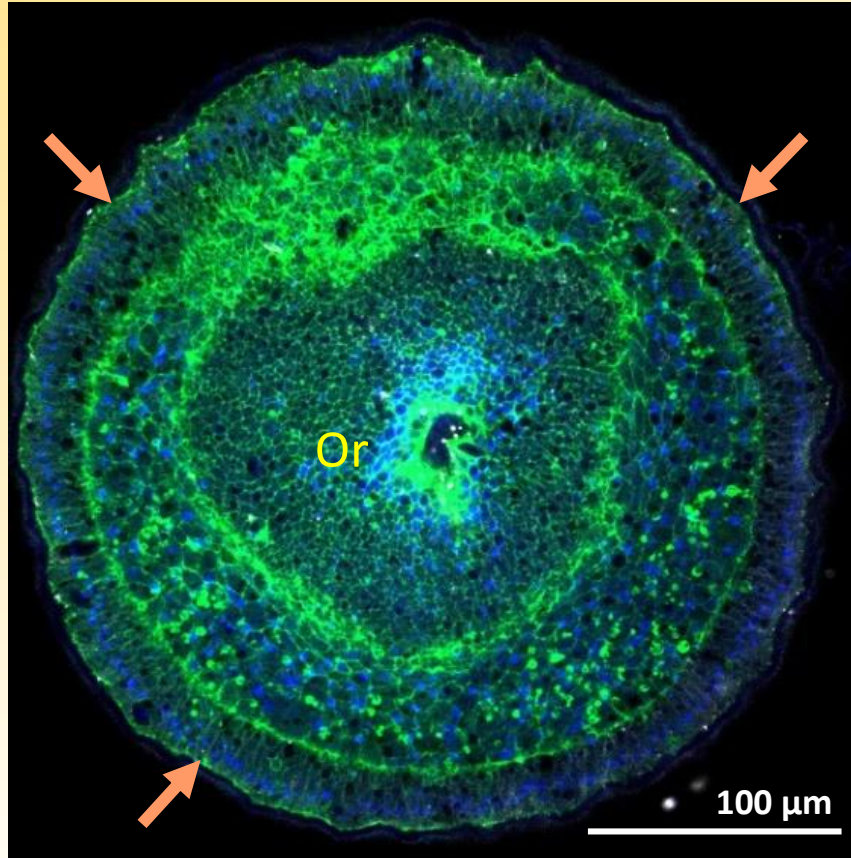
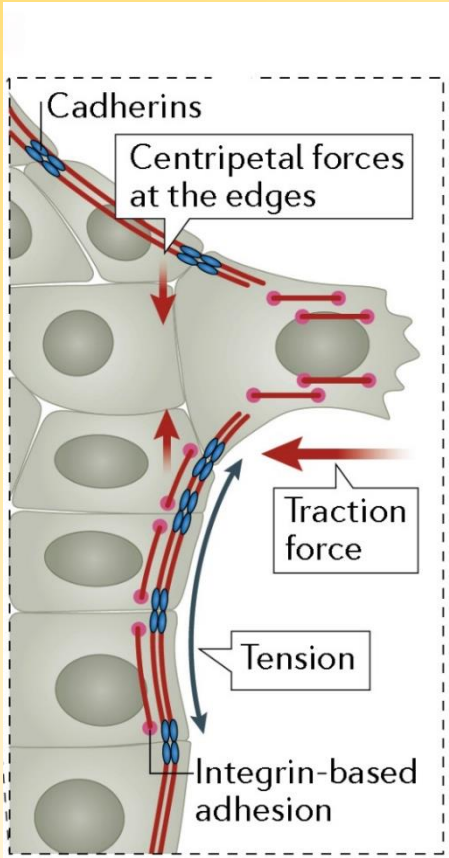
**Ab** – передний (аборальный) конец  
**Or** – задний (оральный) конец  
**ЭКТ** – эктодерма **ЭНД** – энтодерма



— актиновый кабель  
— складка латеральной эктодермы




# Распластывание личинки по субстрату обеспечивается клеточной миграцией



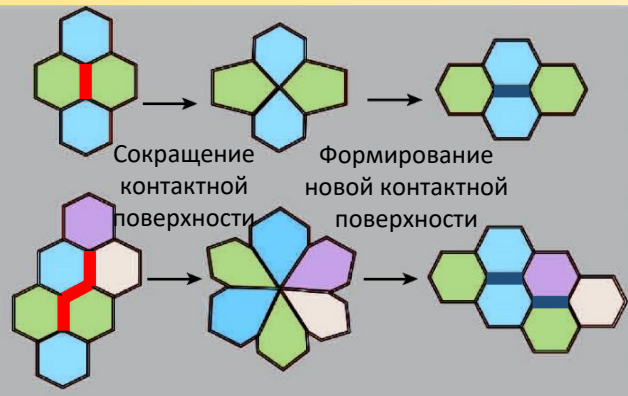
Ladoux, Rene-Marc Mege, 2017

Or – задний (оральный) конец  
ps - перисарк

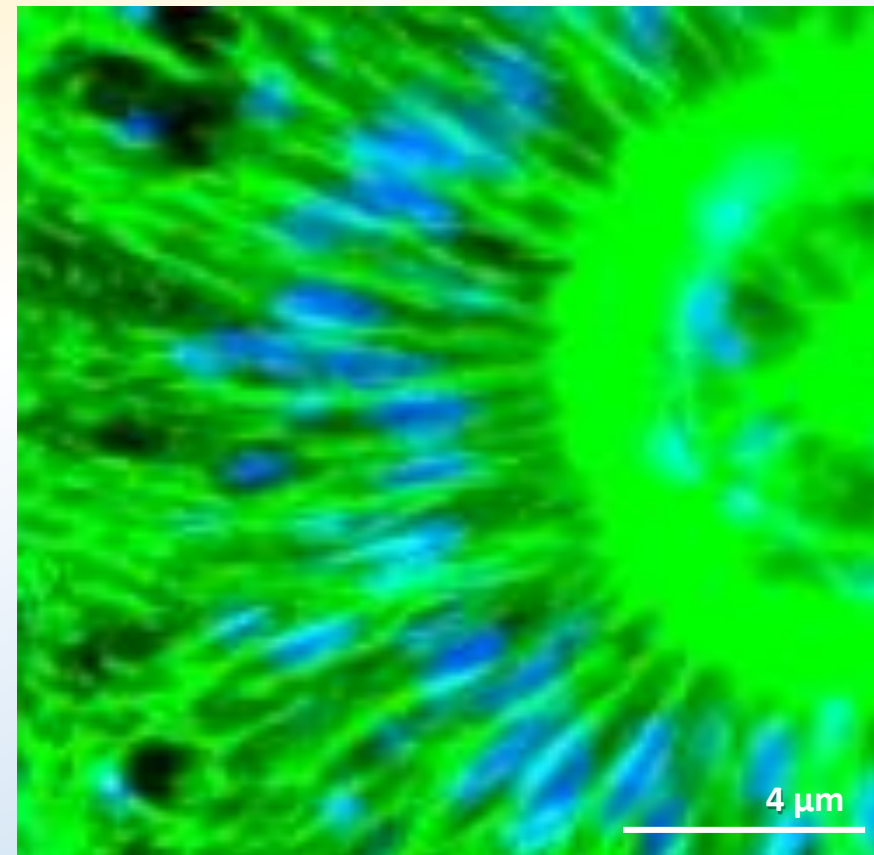
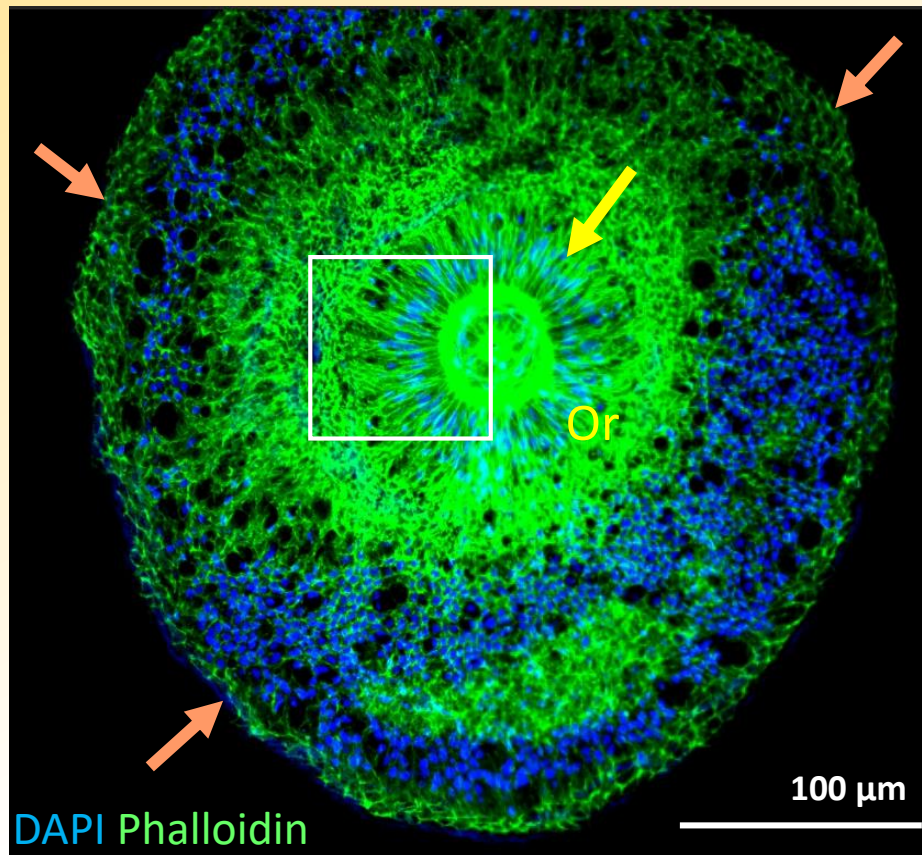
 – клетки лидирующего края





# Интеркаляция наблюдается в области первичного полипа



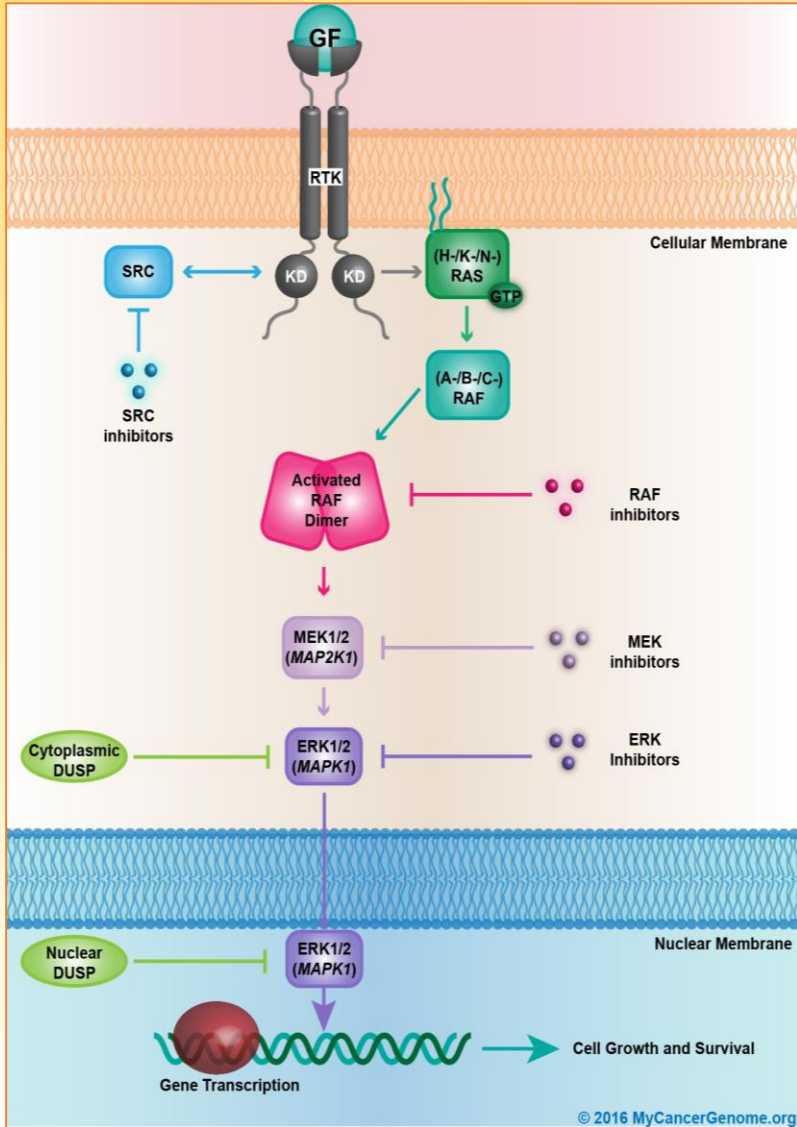
Guillot, Lecuit, 2013



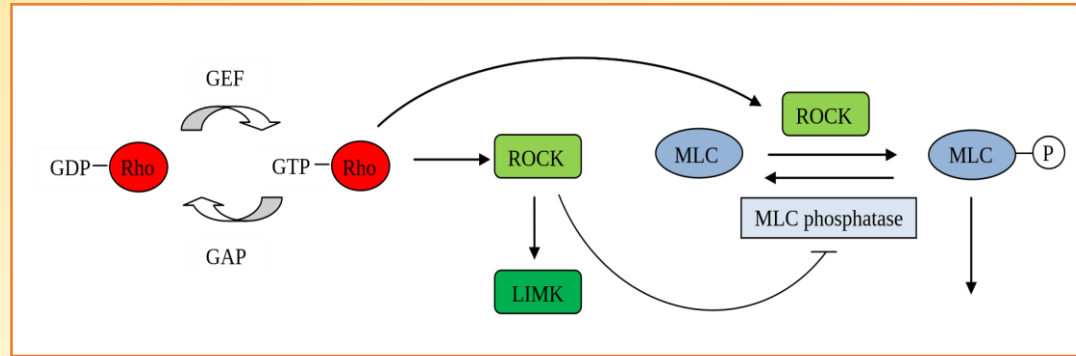
-  – клетки лидирующего края
-  – область интеркаляции клеток
- Or – задний (оральный) конец

# Сигнальные пути и их модификации могут регулировать эпителиальные морфогенезы

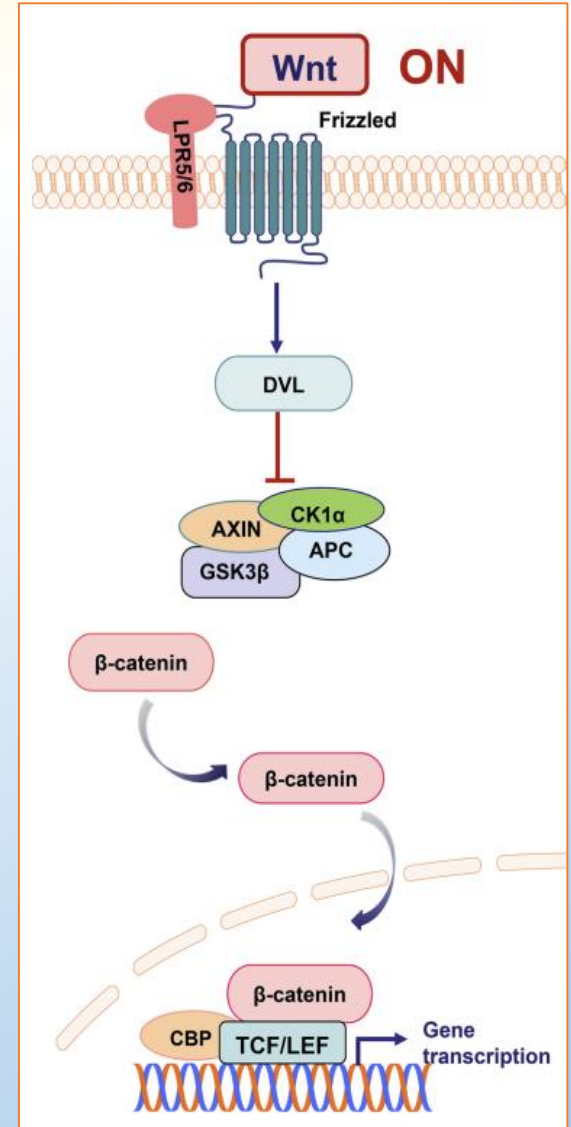
## МАРК каскад



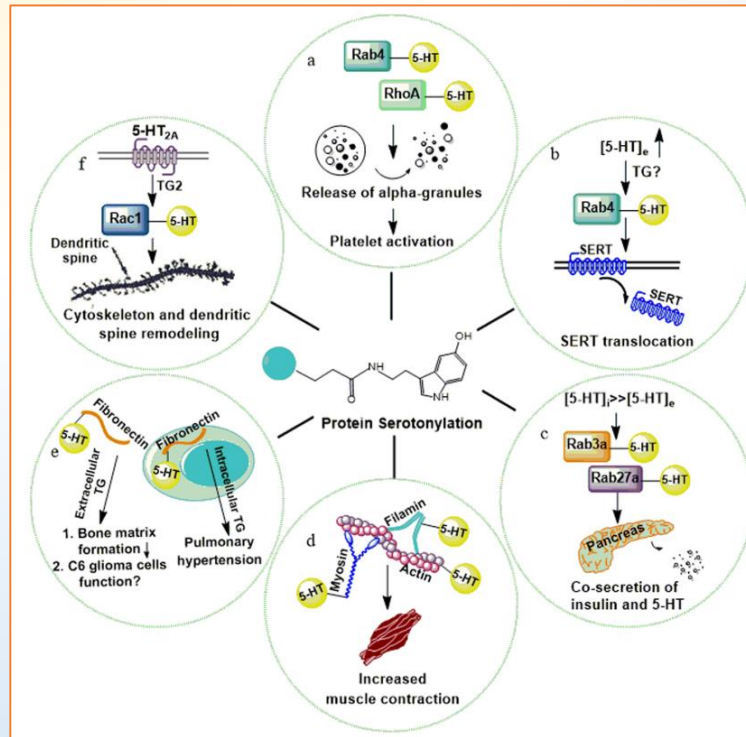
## Rho/ROCK каскад



## wnt/ $\beta$ catenin каскад



## Серотонилирование

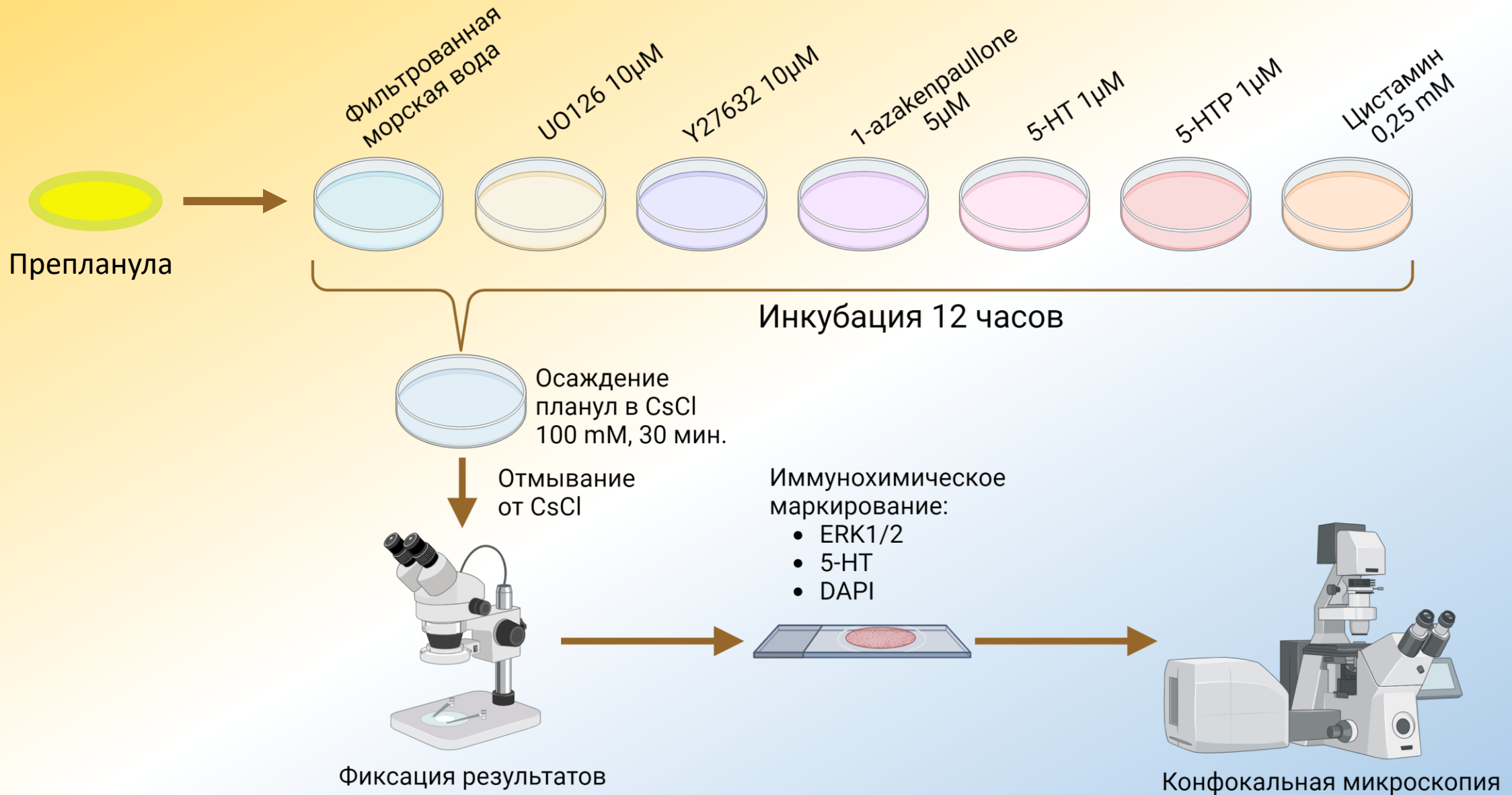


Muma, Mi, 2015

Zhang, Wang, 2020

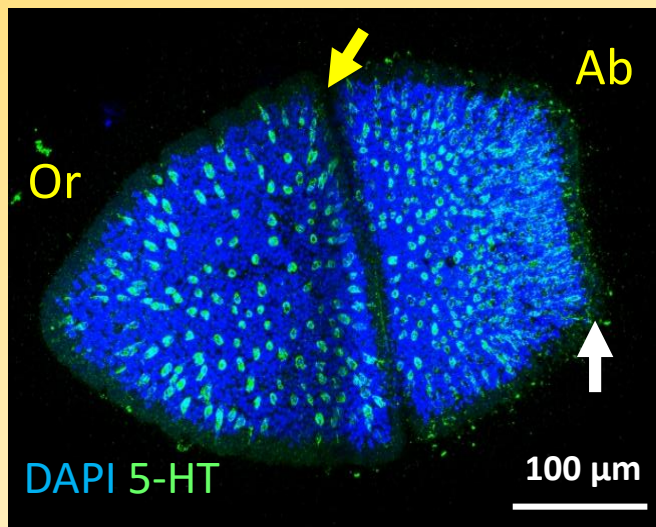


# Схема фармакологического эксперимента

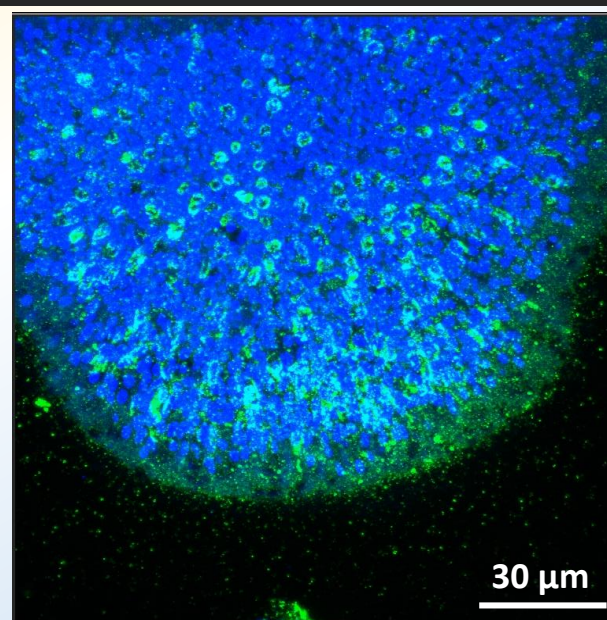
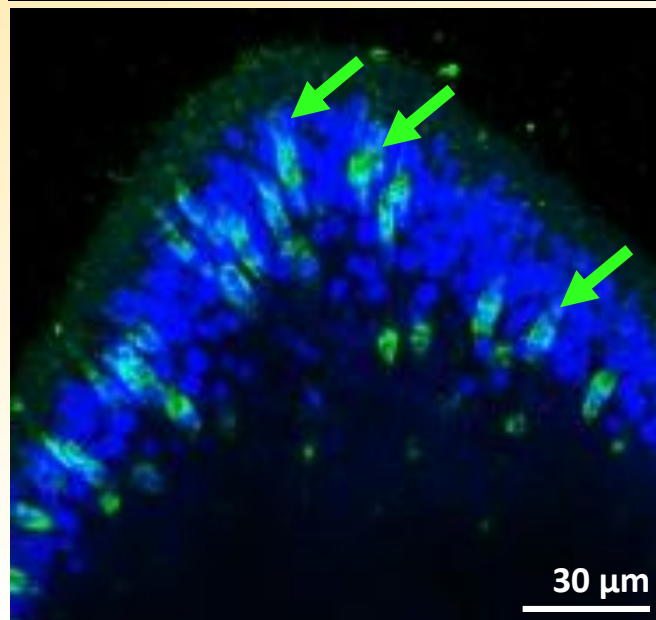
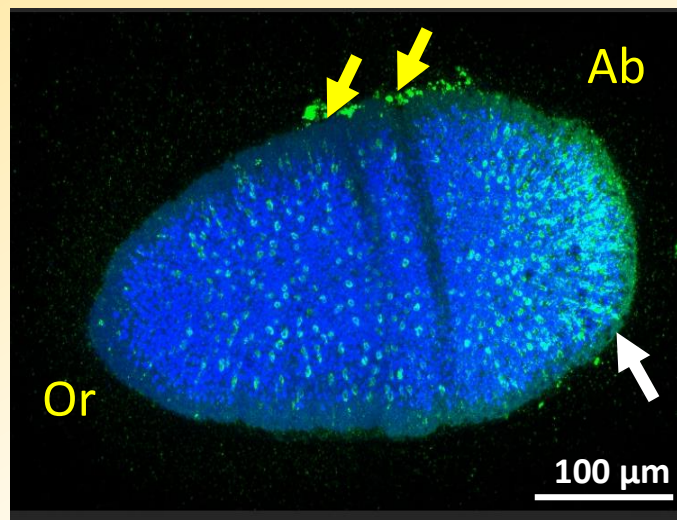





# Инкубация в 5-HTP приводит к увеличению уровня серотонина в тканях личинки

Контрольная группа



Инкубация в 5-HTP 1µM



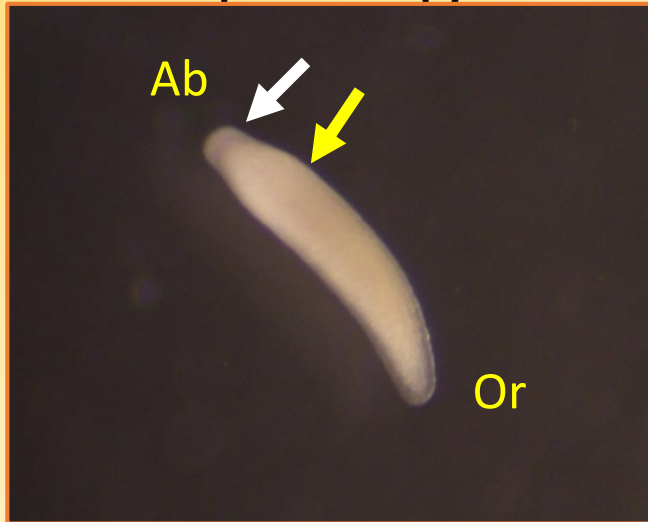
-  – кольцевая складка
-  – прикрепительная складка
-  – клетки накапливающие серотонин

Ab – передний (аборальный) конец  
Or – задний (оральный) конец

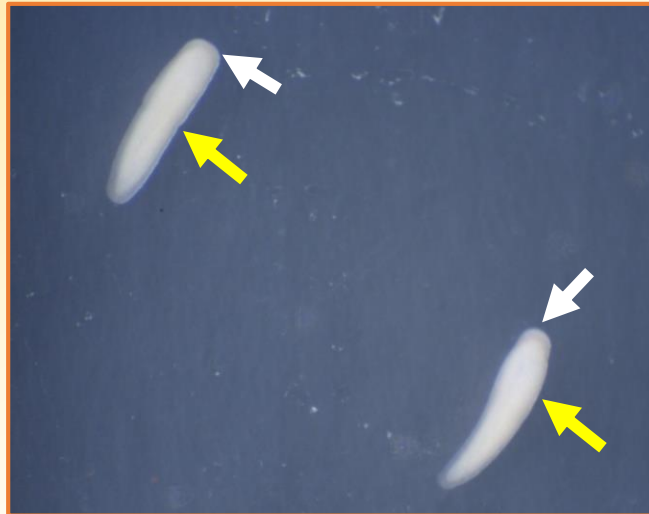


# Серотонин не является индуктором оседания

Контрольная группа



Инкубация в 5-НТР 1μM



– кольцевая складка



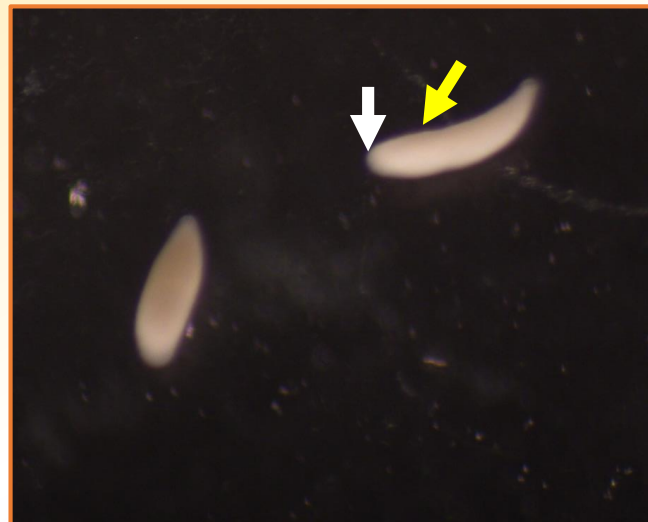
– прикрепительная складка



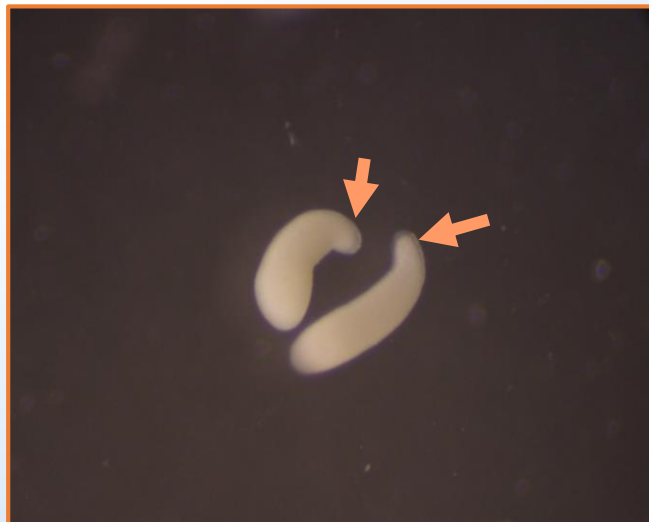
– загнутый оральный конец

Ab – передний (аборальный) конец  
Or – задний (оральный) конец

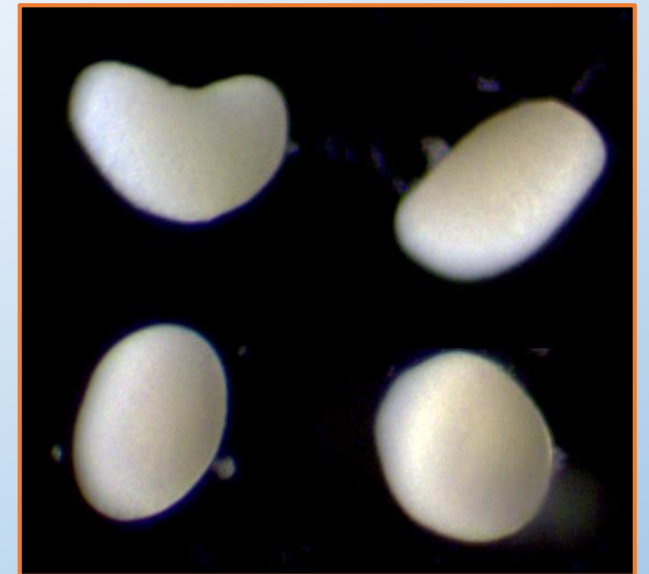
Инкубация в 5-НТ 1μM



Инкубация в 5-НТР 10μM

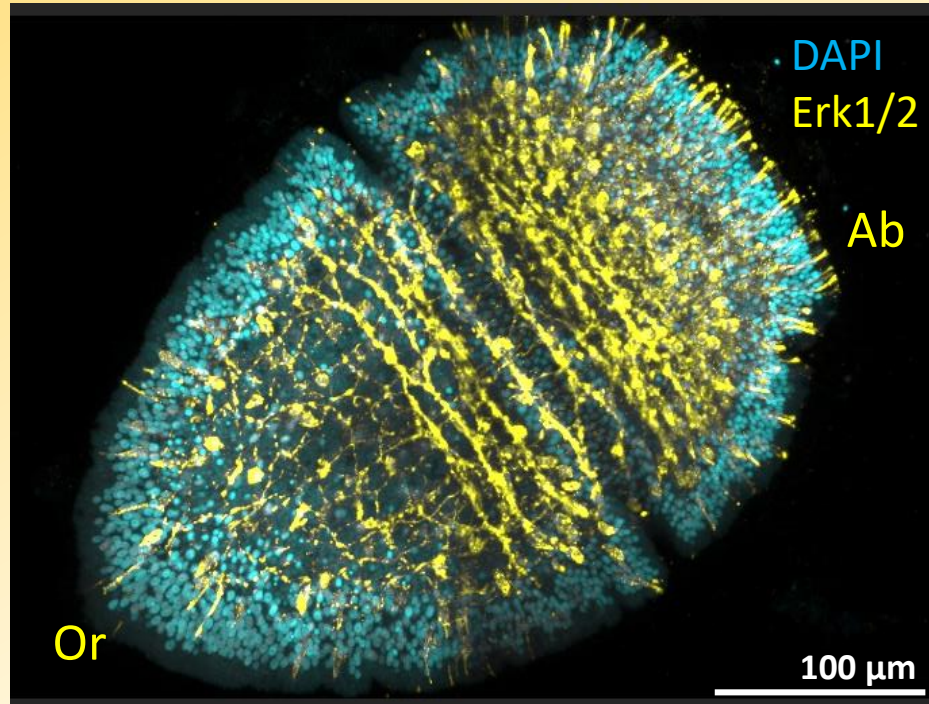


Инкубация в цистамине 0,25M

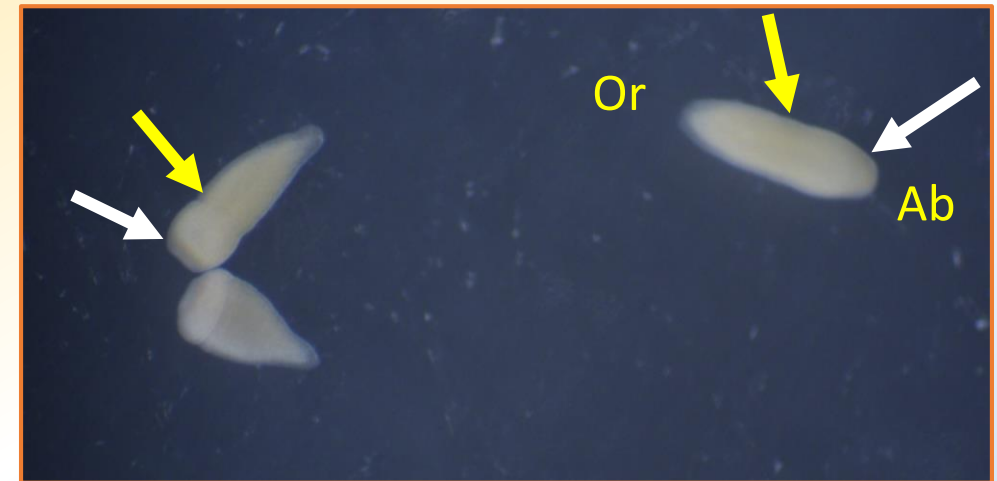


# Роль MAPK сигнального каскада в метаморфозе

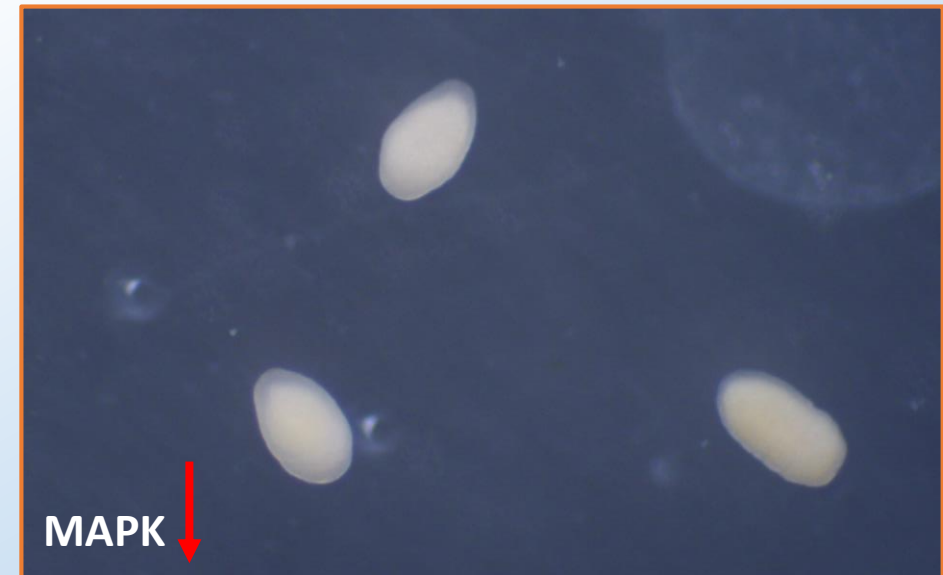
Контрольная группа





Контрольная группа



Инкубация в UO126 10μM



 — кольцевая складка

 — прикрепительная складка

Ab — передний (аборальный) конец

Or — задний (оральный) конец



# Взаимодействие wnt каскада и серотонилирования

Контрольная группа





Инкубация в  
1-azakenpaullone 5μM



Инкубация в цистамине 0,25mM +  
1-azakenpaullone 5μM

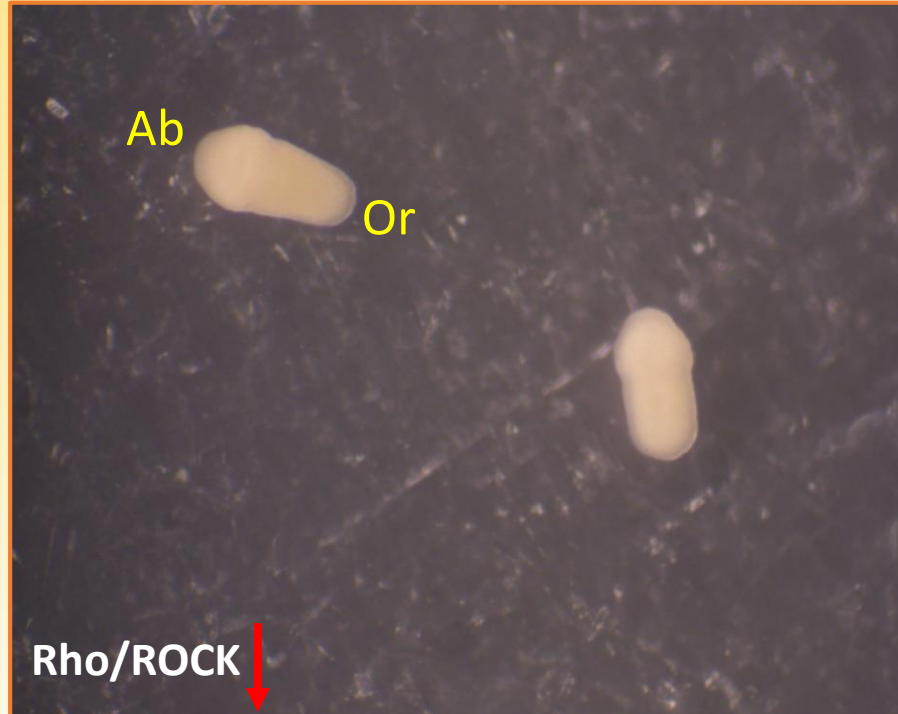


 – прикрепительный диск

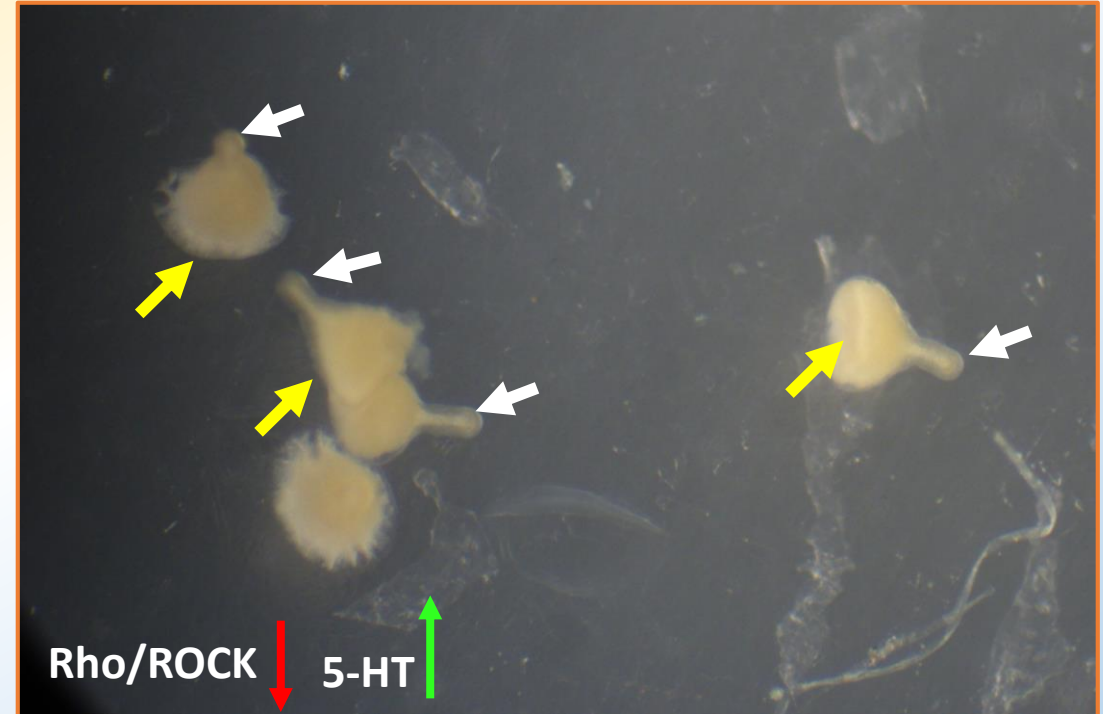
 – первичный побег



# Серотонин участвует в регуляции Rho/ROCK каскада

Инкубация в Y27632 10μM



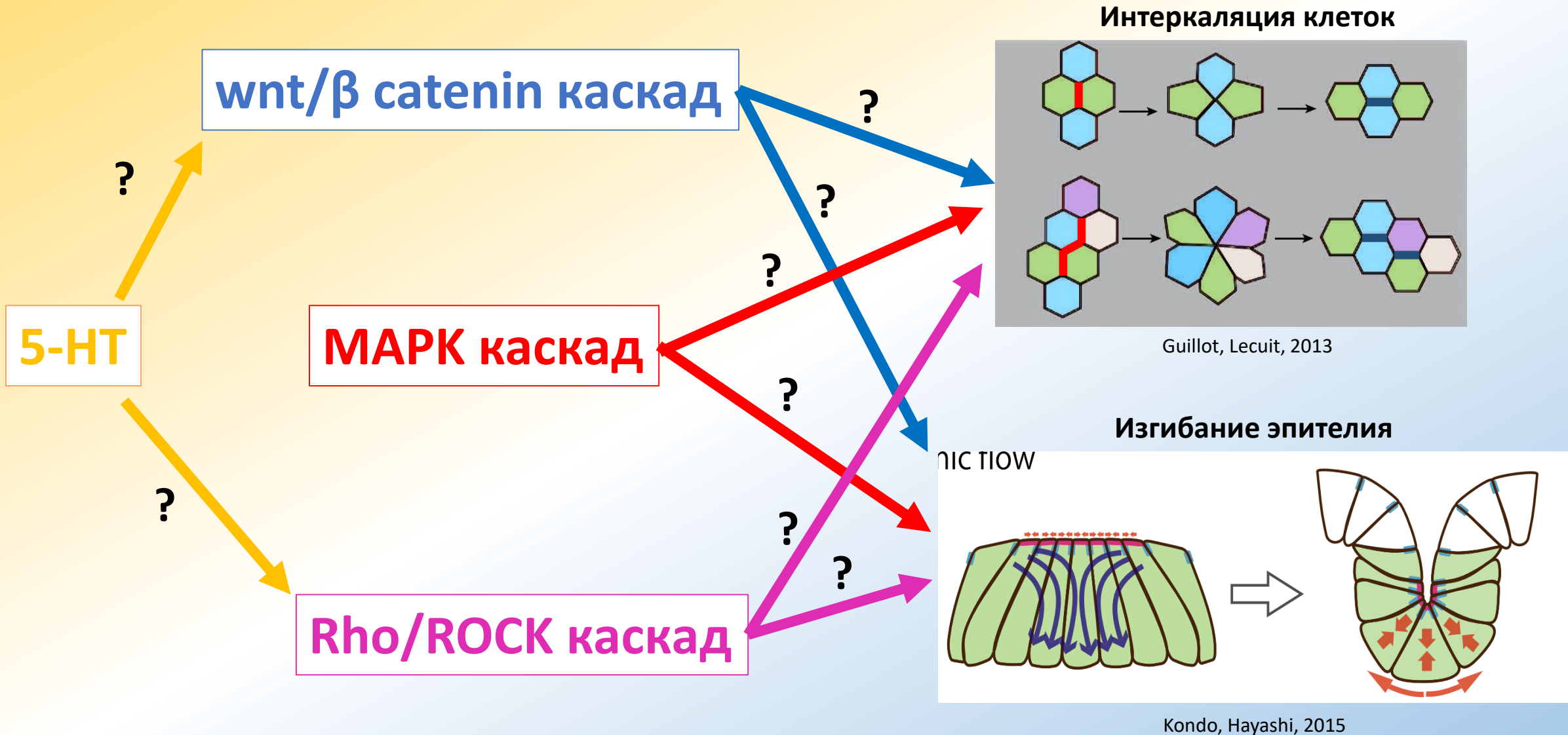
Инкубация в Y27632 10μM + 5-НТP 1μM



-  – прикрепительный диск
-  – первичный побег



# Схема молекулярной регуляции эпителиальных морфогенезов у *Drosophila melanogaster*



# Спасибо за внимание!

Выражаю глубокую признательность и благодарность:

Сотрудникам ЦКП ИБР им Н. К. Кольцова РАН и межкафедральной лаборатории электронной микроскопии биологического факультета МГУ за предоставление оборудования для проведения работы;

Сотрудникам беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова за предоставление возможности сбора материала и работы на территории биостанции;

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 22–24-01166.



Контакты:

Антон Игоревич Богомолов, [bogomolov.anton2000@gmail.com](mailto:bogomolov.anton2000@gmail.com)

Елена Евгеньевна Воронежская, [elena.voronezhskaya@idbras.ru](mailto:elena.voronezhskaya@idbras.ru)

Юлия Александровна Краус, [yuliakraus2@gmail.com](mailto:yuliakraus2@gmail.com)