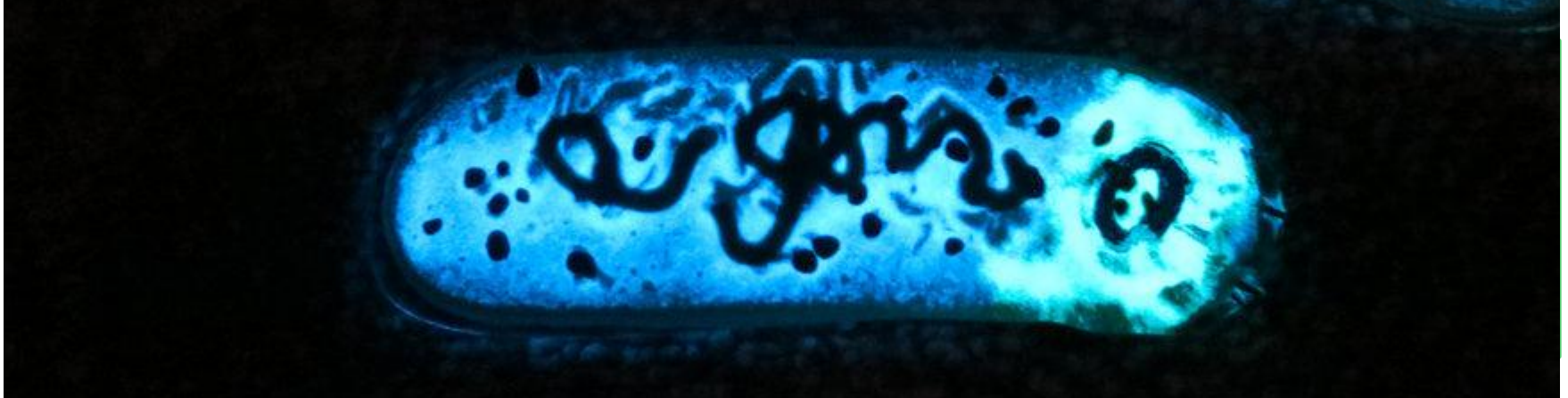


# Эффект кворума



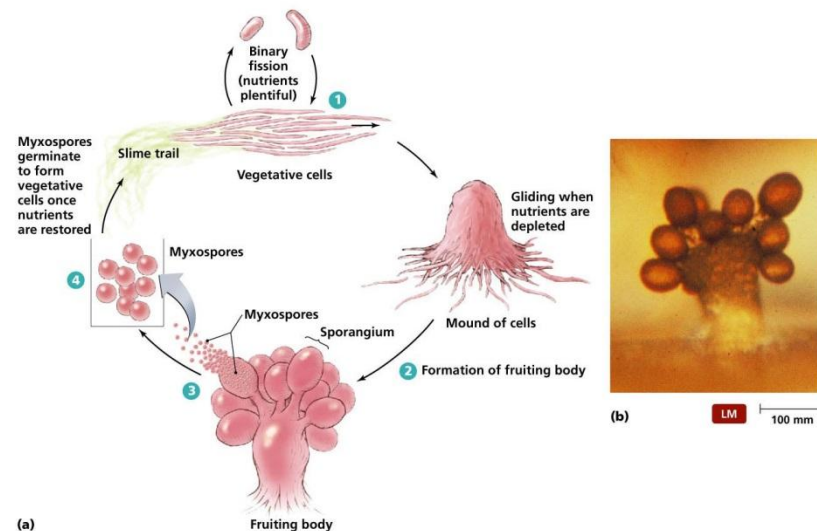
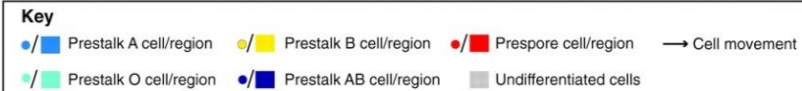
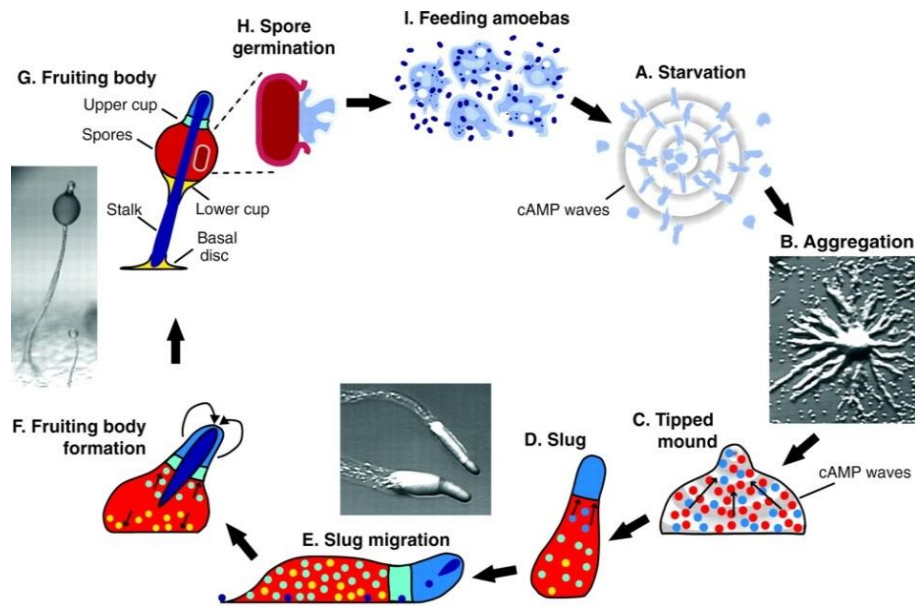
«Титановое копыто»  
Шаповалова Евгения

# Чувство кворума



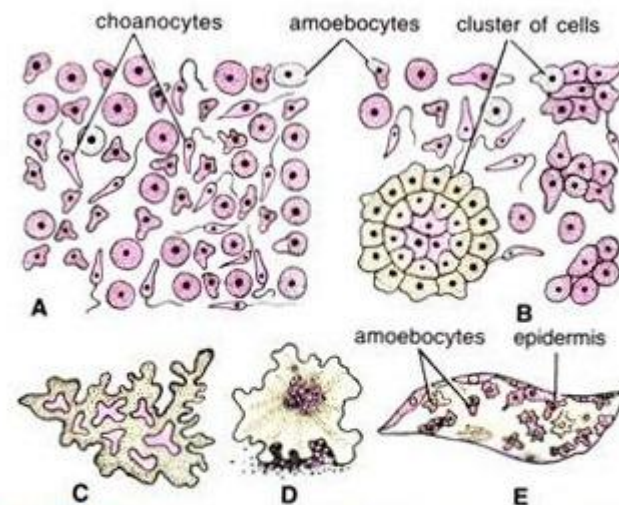
Впервые наблюдалось у бактерии *Vibrio fischeri*, живущей как симбионт в световых органах одного из видов гавайских кальмаров. Когда клетки *Vibrio fischeri* живут свободно, аутоиндукторы находятся в низкой концентрации. В световом органе кальмара они чрезвычайно сконцентрированы (около  $10^{11}$  клеток/мл), и поэтому индуцируется транскрипция люциферазы, приводя к биолюминесценции.

# Слизевики, бактерии, губки



(a)

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



Однако важен не только хемосигналинг, а и контактные взаимодействия.

# Эволюция сигнальных систем

	Прокариоты	Одноклеточные эукариоты	Многоклеточные эукариоты
Химические сигналы	Питательные вещества и их производные, аминокислоты, пептиды.	Гормон-подобные вещества, ферменты. А также системы синтеза сигнальных молекул.	Гормоны, факторы роста, феромоны, метаболиты.
Типы сигнальных систем	2-1-компонентные системы.	2-3-мульти-компонентные системы.	3-мульти-компонентные системы.
Мембранные рецепторы	Рецепторы с ферментативной активностью, родопсины.	Рецепторы серпентинного типа, рецепторы с ферментативной активностью.	Рецепторы серпантинного типа, рецепторы с ферментативной активностью.



# От прокариот

- До недавнего времени считалось, что хемосигналинг прокариот и эукариот не имеет ничего общего
- Геномы прокариот и архей имеют белки трансмембранного рецептора гистидинкиназы, тирозинкиназы и серин-треонинкиназы, рецепторных форм аденилатциклаз и фосфодиэстеразы

That's  
Evolution

# Компоненты

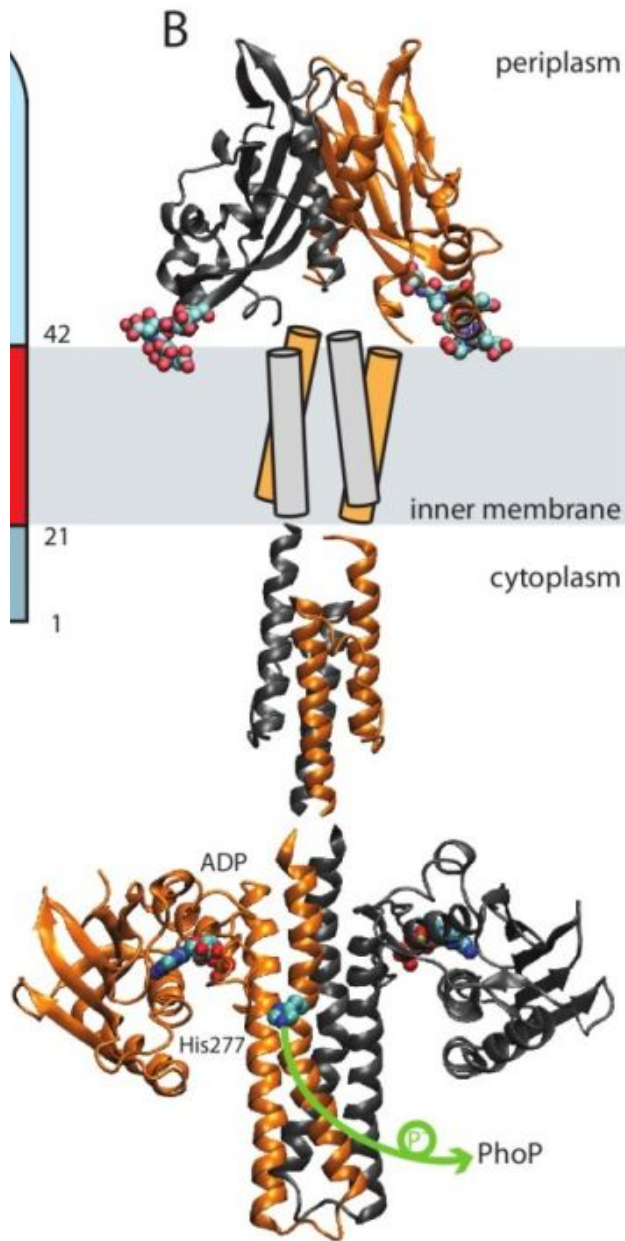
- Рецепторы
- G-белки
- Эффекторы
- Вторичные мессенджеры
- Адаптивные молекулы
- Сигнальные молекулы-ферменты
- Конечные мишени

Рецептор  
Сигнальная

↓  
молекула/адаптер

Мишень

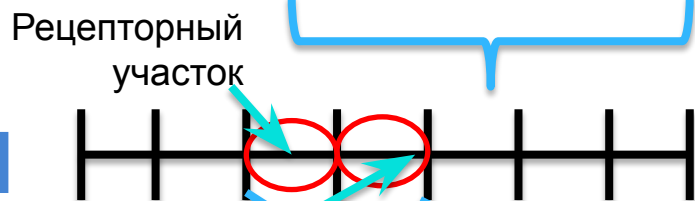
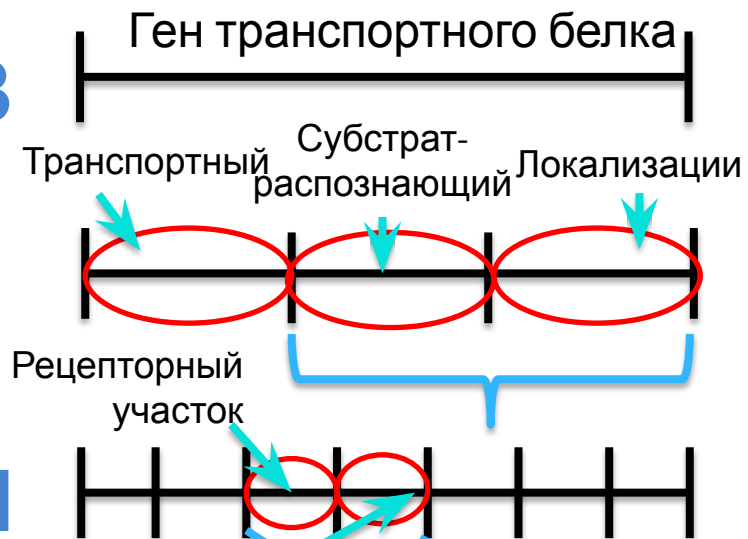




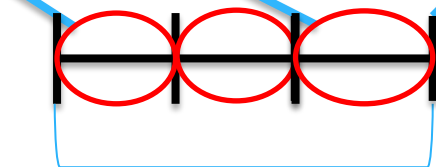
## Минимальная сигнальная система

- Эволюция рецепторов – самые древние рецепторы-ферменты /2 в 1/. Как пример гистидинкиназы и рецептор-подобные тирозиновые киназы;
- Откуда появились рецепторы у прогенотов? Очевидно, из преобразования генов транспортных белков;
- Целый ген – фрагментация за счет МГЭ и рекомбинация между копиями генов и генами ферментов.

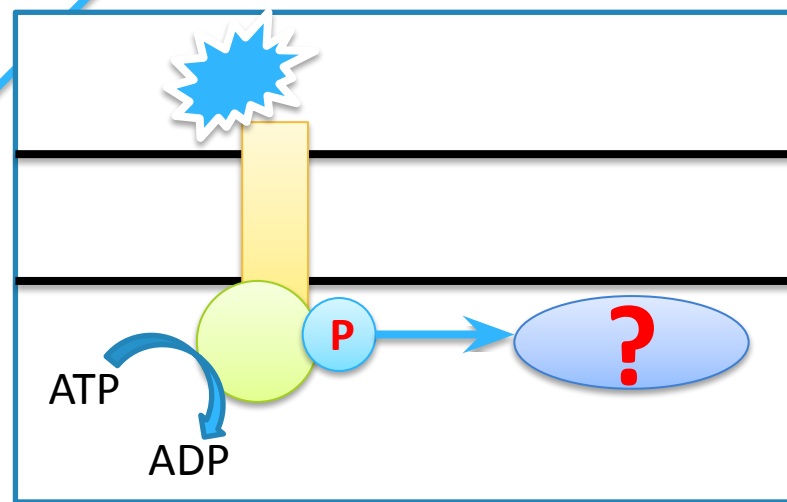
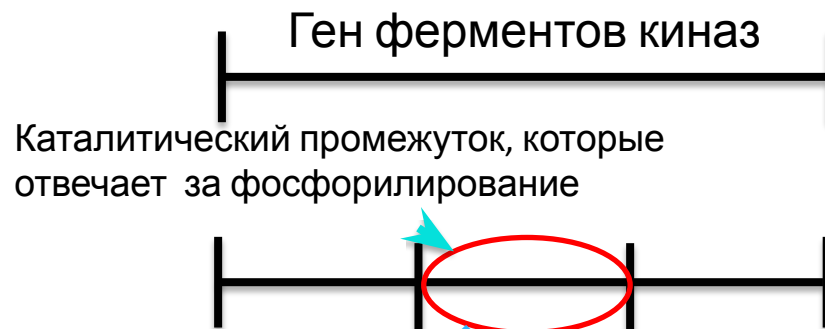
# Эволюция генов



Домен локализации



Новый гибридный ген





Новый гибридный ген

Ген лигазы



**Субстрат-  
распознающий  
домен**

**Каталитическ  
ий домен**

Присоединение  
остатка  
органической  
кислоты к  
аминокислоте

Вещества  
попадают в клетку  
через мембрану

На рецепторы  
других клеток

Новые измененные  
вещества, но сходные  
со старыми сайтом  
распознавания

Дальнейшее изменение субстратной  
специфичности рецепторных белков  
приводит к разнообразию того, на  
какие вещества рецепторы

реагируют

# Несколько этапов становления МНОГОКЛЕТОЧНОСТИ

840-740 млн лет назад появились первые эволюционные пробы многоклеточности - хайнаньская биота — для них характерно членистое строение, отражающее дубликацию генетического материала, осуществляемую ретротранспазонами.

Не хватало механизмов распознавания «своего-чужого»

Вторая попытка многоклеточной жизни — эдиакарская фауна — организмы, форма тела которых была построена по типу «стеганого одеяла», т. е. оно состояло из однообразных члеников, устроенных по одному образцу пример «игр» ретротранспазонов.

Накопилось большое количество ретроэлементов в геноме.

10

Пептиды  
, АК

R

Участки  
белка

R

Углевод  
ы

R

Полисахарид  
ы

R

Рекомбинация  
генов

Гликопротеины,  
гликолипиды

R

Разнообразие  
адгезионных  
рецепторов.

V(D)J-  
рекомбинация

Контактные узнаваемости  
внешних гликопротеинов,  
гликолипидов, полисахаридов и  
белков биопленок.

Возможность  
формирования  
разнообразных клеток,  
несущих разные  
маркеры

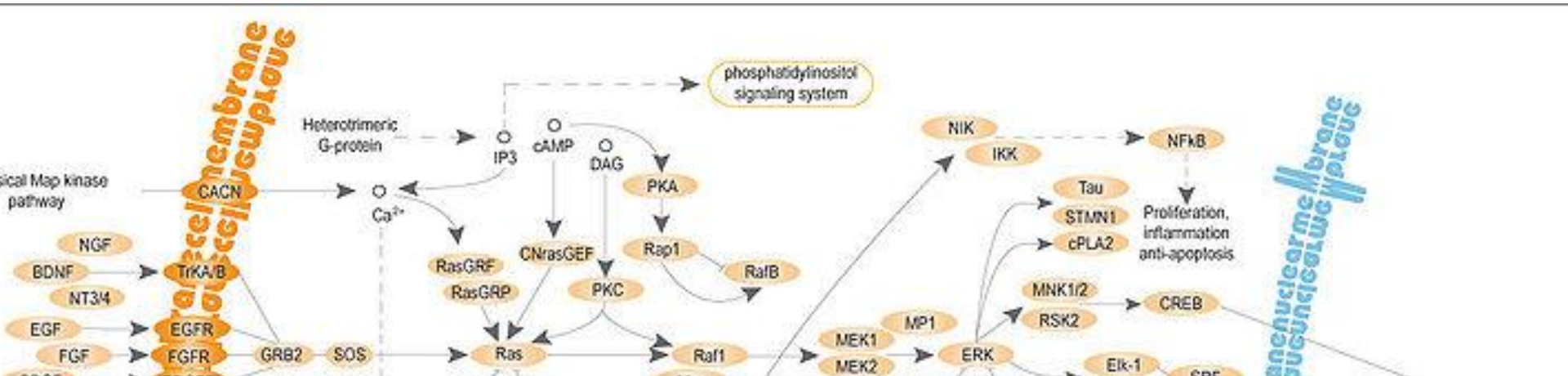
Врожденные механизмы  
распознавания «свой-  
чужой» и «кто с кем».

Возможность  
появления тканей  
и  
многоклеточност  
и.

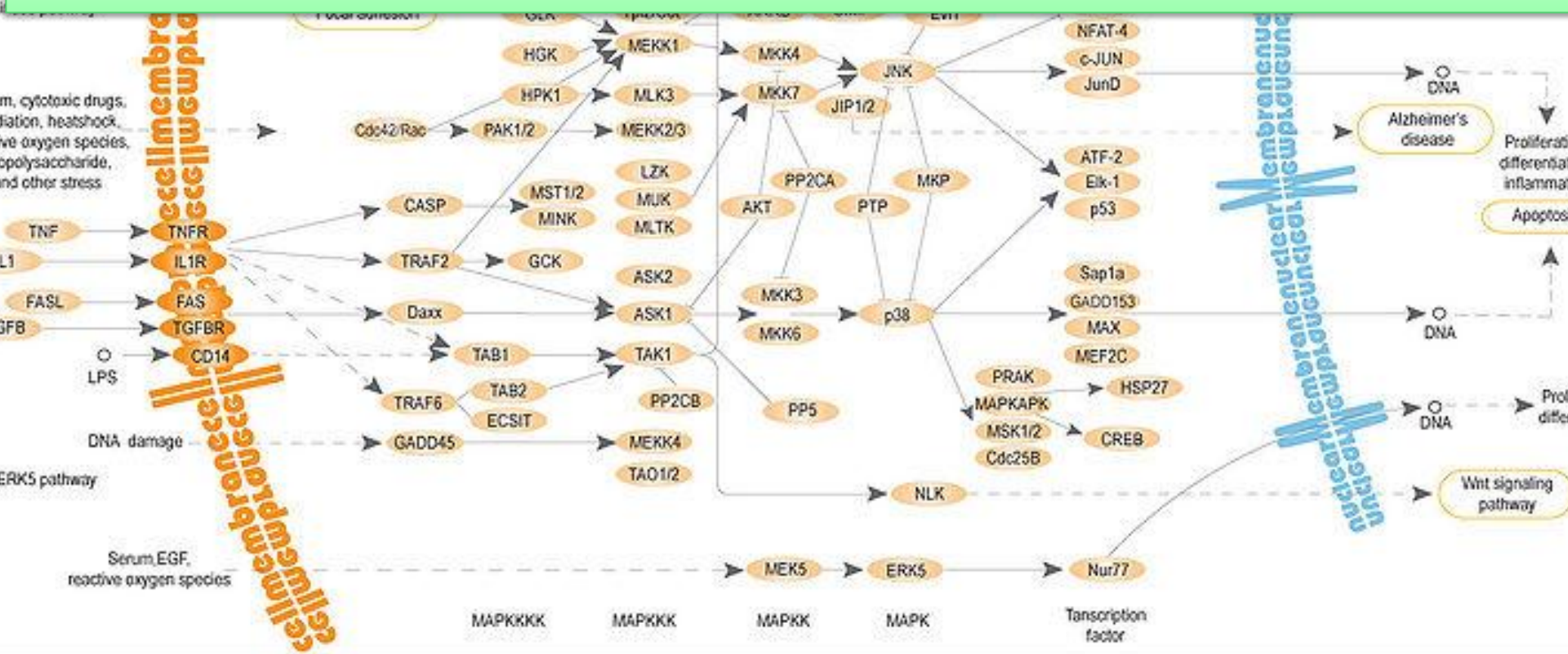


# Выводы

- ❖ Кроме хемосигналинга многоклеточным организмам необходимы клеточные взаимодействия;
- ❖ Прimitивная сигнальная система может состоять из 2-3 компонентов;
- ❖ Самыми древними элементами сигнальных систем считаются рецепторы-ферменты, которые появляются за счет рекомбинации генов от гена транспортного белка и гена киназы;
- ❖ Молекулы-адаптеры/мишени появились за счет рекомбинации нового гибридного гена и гена лигазы;
- ❖ Дальнейшее изменение субстратной специфичности рецепторных белков приводит к разнообразию того, на какие вещества рецепторы реагируют;
- ❖ В эволюции многоклеточных организмов было несколько попыток их создания, однако такие организмы были неконкурентоспособными, так как не имели адгезионных механизмов;
- ❖ Далее идет развитие таких механизмов с помощью рекомбинации генов, появляется возможность формирования разнообразных клеток с различным набором маркеров, как следствие, появление адгезионных механизмов и становление многоклеточности;
- ❖ Такие сложные сигнальные системы и контактные взаимодействия не могли протекать у прокариот, так как их геном достаточно мал для возможности рекомбинаций.

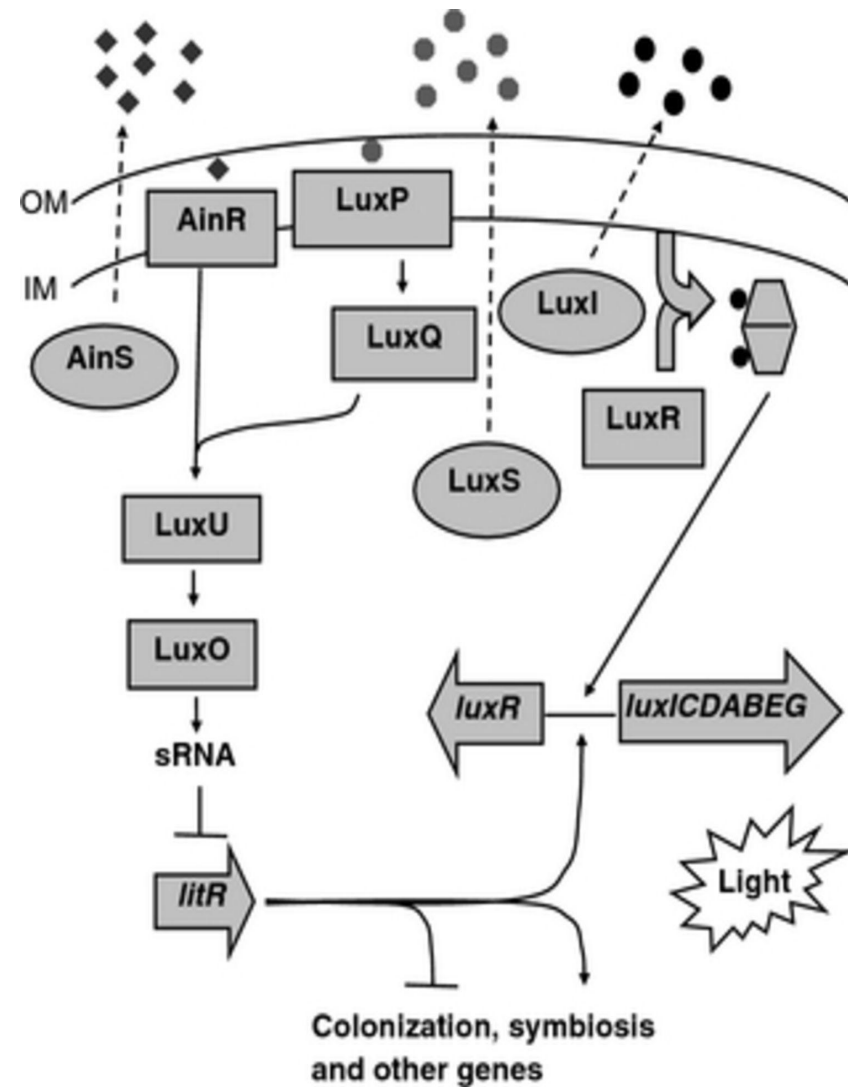


Спасибо за внимание!

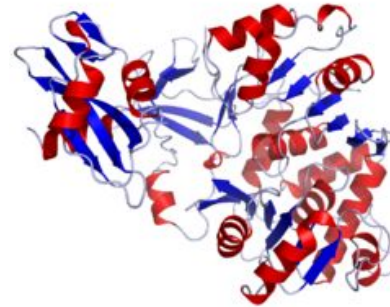




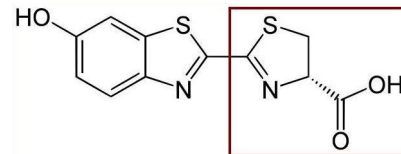
# Механизм работы



люцифераза



люциферин



окислени

$e^-$

Выделение энергии

Квантовые переходы

Реакция экзотермическая

