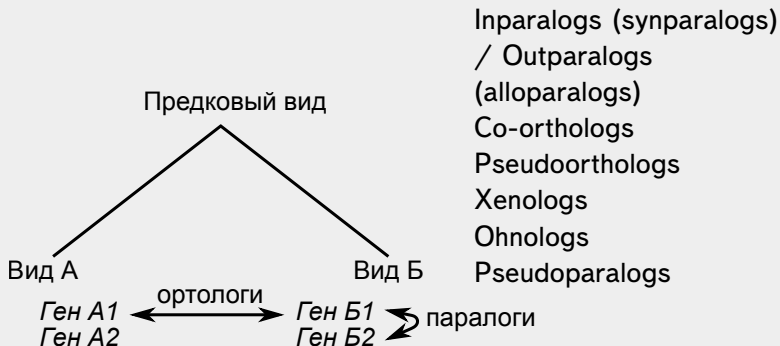


Варианты гомологии



см. Koonin EV. Orthologs, paralogs, and evolutionary genomics. Annu. Rev. Genet. 2005;39:309-38.

Варианты гомологии

Inparalogs (synparalogs) /

Outparalogs (alloparalogs)

Co-orthologs

Pseudoorthologs

Xenologs

Ohnologs

Pseudoparalogs

**Семейство генов
(gene family)**

Варианты гомологии

Inparalogs (synparalogs) /

Outparalogs (alloparalogs)

Co-orthologs

Pseudoorthologs

Xenologs

Ohnologs

Pseudoparalogs

**Семейство генов
(gene family)**

Роль дупликаций генов в эволюции:

Сусумо Оно (Susumo Ohno)

Механизмы дупликации:

1. полногеномная дупликация;
2. неравный кроссинговер;
3. дупликативная транспозиция;
4. ретротранспозиция.

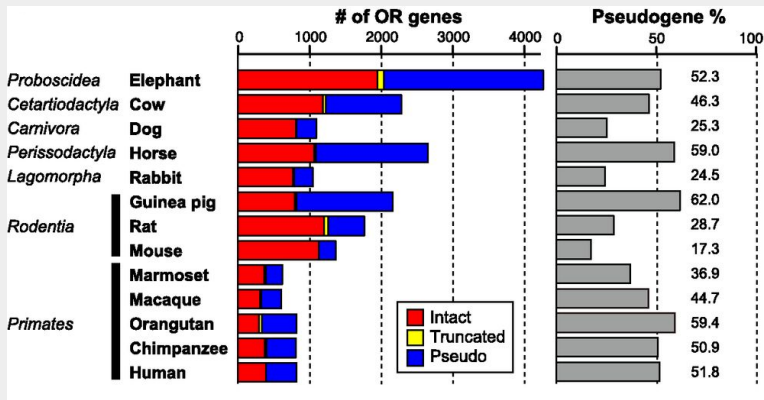
Механизмы дупликации:

1. полногеномная дупликация;
2. неравный кроссинговер;
3. дупликативная транспозиция;
4. ретротранспозиция.

Судьба дублированного гена:

1. выполнение дублирующей функции;
2. изменение функции;
3. превращение в псевдоген.

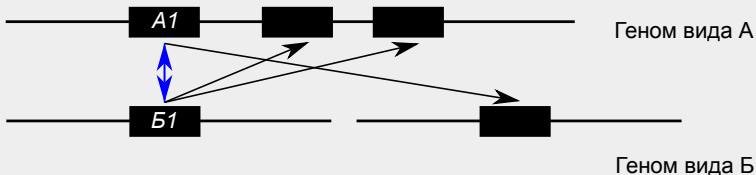
Семейство генов обонятельных рецепторов



По Niimura Y, Matsui A, Touhara K. Extreme expansion of the olfactory receptor gene repertoire in African elephants and evolutionary dynamics of orthologous gene groups in 13 placental mammals. Genome research. 2014. 24(9):1485-96.

Способы определения ортологов

- Парный лучший результат BLAST;

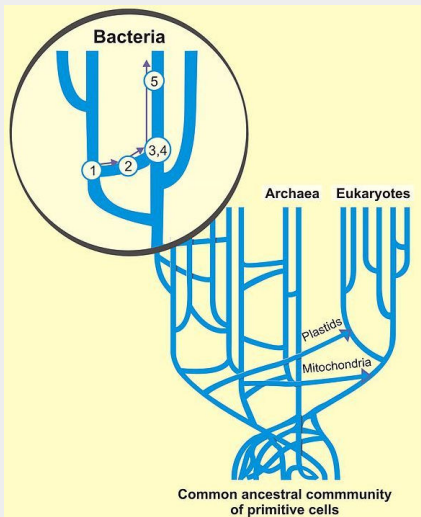


- Синтения.

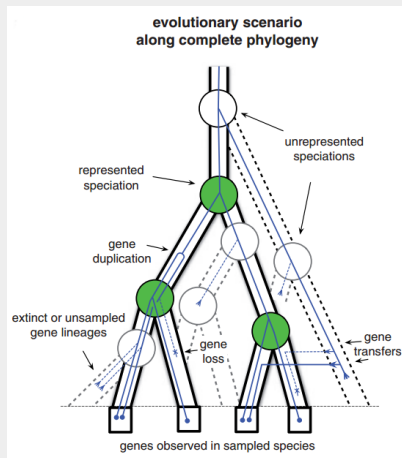


Горизонтальный перенос генов (HGT)

(Horizontal / lateral gene transfer)



johncarlosbaez.wordpress.com



Szöllősi GJ, Tannier E, Lartillot N, Daubin V. Lateral gene transfer from the dead. Systematic biology. 2013. 62(3): 386–397.

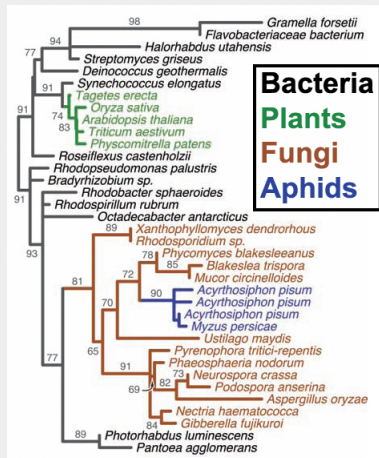
Горизонтальный перенос генов (HGT)



[wikimedia](#)



[scienceblogs.com](#)

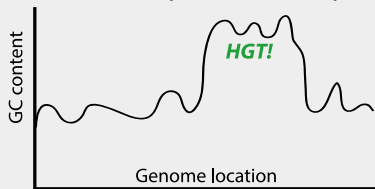


[arthropoda.wordpress.com](#)

Moran NA, Jarvik T. Lateral transfer of genes from fungi underlies carotenoid production in aphids. *Science*. 2010; 328(5978):624-7.

Способы детекции HGT:

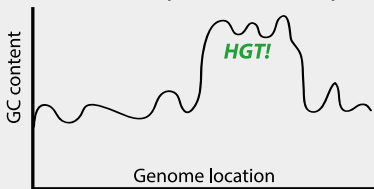
- ▶ отличие по нуклеотидному составу (% GC);



[wikipedia](#)

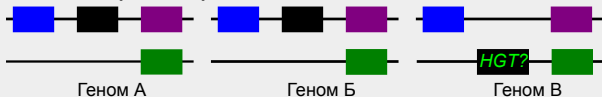
Способы детекции HGT:

- ▶ отличие по нуклеотидному составу (% GC);



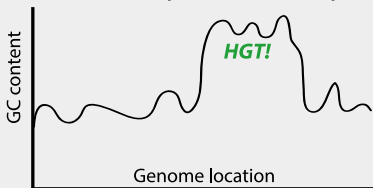
[wikipedia](#)

- ▶ нестандартное расположение гена в геноме;



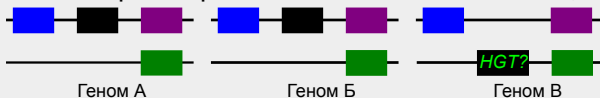
Способы детекции HGT:

- ▶ отличие по нуклеотидному составу (% GC);



[wikipedia](#)

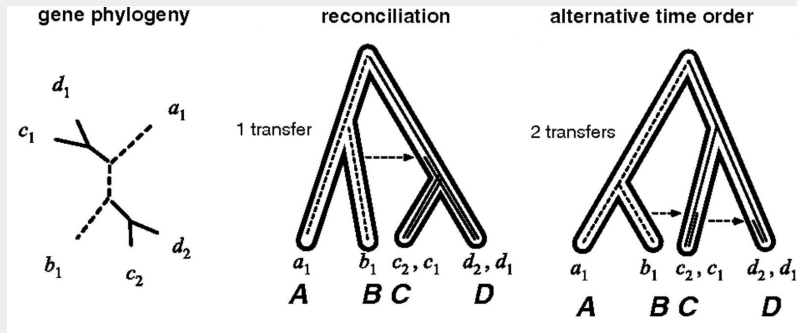
- ▶ нестандартное расположение гена в геноме;



- ▶ другая топология дерева.



Горизонтальный перенос генов можно использовать для построения филогении

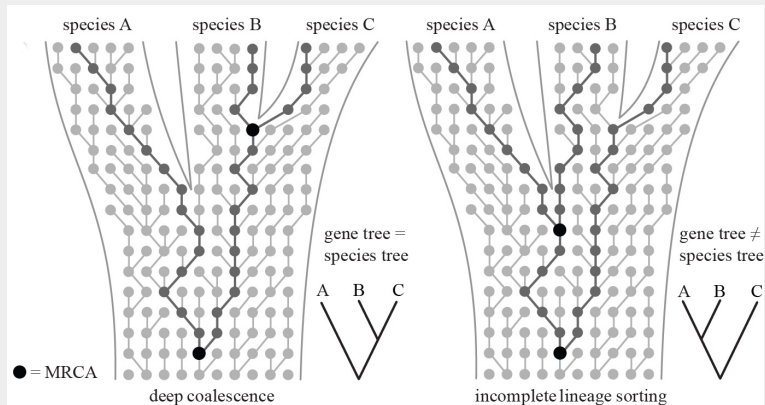


По Szöllősi GJ, Boussau B, Abby SS, Tannier E, Daubin V. Phylogenetic modeling of lateral gene transfer reconstructs the pattern and relative timing of speciations. PNAS USA. 2012; 109(43):17513-8.

Программы и базы данных для работы с гомологами

- ▶ BLAST
- ▶ Inparanoid
- ▶ OrthoMCL
- ▶ Multiparanoid
- ▶ OrtholugeDB
- ▶ MorFeus
- ▶ EggNOG
- ▶ ProteinOrtho / PoFF
- ▶ CAFE
- ▶ PHYLOG
- ▶ Notung

Филогения гена и вида может не совпадать



Leliaert F *et al.* (2014) DNA-based species delimitation in algae. *European Journal of Phycology* 49: 179-196.

Зачем нужны маркерные гены?

1. Выравнивать полные геномы долго и сложно;
2. полные геномы не всегда легко (и вообще можно) получить;
3. определение видов (в том числе в сложных смесях) с минимальными затратами.

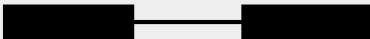
Необходимые свойства маркера:

1. **универсальность** => наличие ортологов, желательно без проблем с паралогами;



(Например, компоненты рибосомы)

2. подходящий уровень **разнообразия** (например, межвидовые различия больше внутривидовых), но при этом редкие множественные замены;



EPIC = exon primed intron crossing

3. желательна селективная нейтральность.

Структура локуса рДНК

Bacteria / Archaea:



Eukaryota:

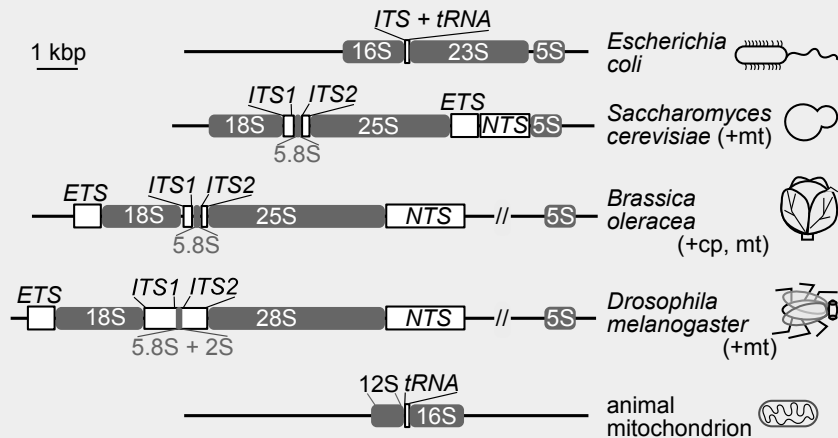


ITS = internal transcribed spacer

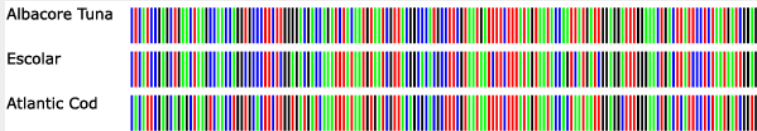
ETS = external transcribed spacer

IGS / NTS = intergenic / non-transcribed spacer

Структура локуса рДНК у разных организмов

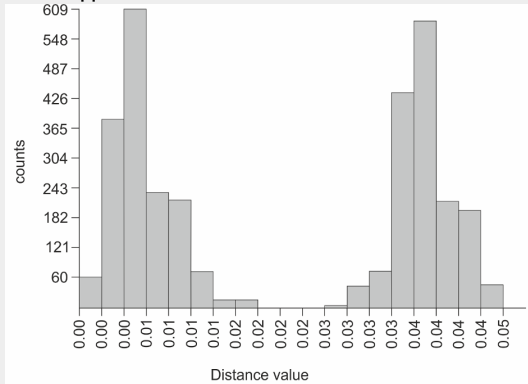


Штрихкодирование ДНК (DNA barcoding)



<http://www.ibolproject.org/research.php>

Barcode gap — разрыв между внутривидовой и межвидовой изменчивостью.



<https://peerj.com/articles/2128/>

Примеры часто используемых маркеров

Прокариоты

- ▶ рДНК: 16S;
- ▶ гены белков рибосомы.

Примеры часто используемых маркеров

Прокариоты

- ▶ рДНК: 16S;
- ▶ гены белков рибосомы.

Животные

- ▶ мтДНК: *COI*;
- ▶ рДНК: 28S, ITS1/2...

Примеры часто используемых маркеров

Прокариоты

- ▶ рДНК: 16S;
- ▶ гены белков рибосомы.

Животные

- ▶ мтДНК: *COI*;
- ▶ рДНК: 28S, ITS1/2...

Грибы

- ▶ рДНК: ITS2, реже ITS1;
- ▶ мтДНК: *COI*.

Примеры часто используемых маркеров

Прокариоты

- ▶ рДНК: 16S;
- ▶ гены белков рибосомы.

Животные

- ▶ мтДНК: *COI*;
- ▶ рДНК: 28S, ITS1/2...

Грибы

- ▶ рДНК: ITS2, реже ITS1;
- ▶ мтДНК: *COI*.

Растения

- ▶ хпДНК: *rbcL*, *matK*
- ▶ рДНК: ITS, ETS, 26S.

Barcode of Life, программы и базы данных

- ▶ <http://www.barcodeoflife.org/>
- ▶ [ABGD](#)
- ▶ Пакеты для R:
 - ▶ [BarcodingR](#)
 - ▶ [spideR](#)
 - ▶ [DNABarcodes](#)

