

- Presumed common progenitor of all extant organisms
- Presumed common progenitor of archaebacteria and eukaryotes

**Гомологичные последовательности – последовательности, имеющие общее происхождение (общего предка).**

## **Признаки гомологичности белков**

- **сходная 3D-структура**
- **в той или иной степени похожая аминокислотная последовательность**
- **разные другие соображения...**

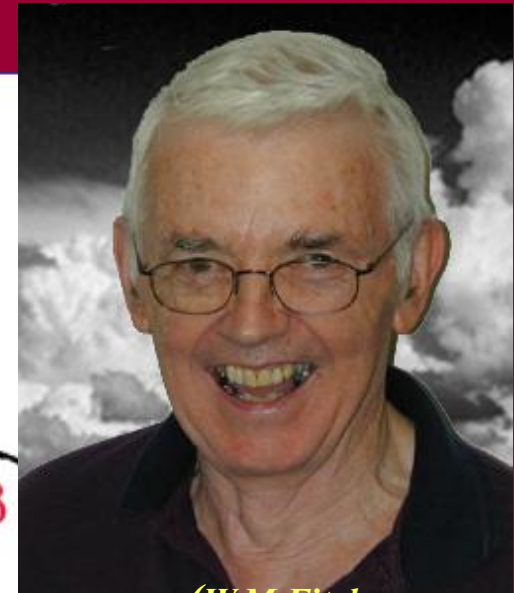
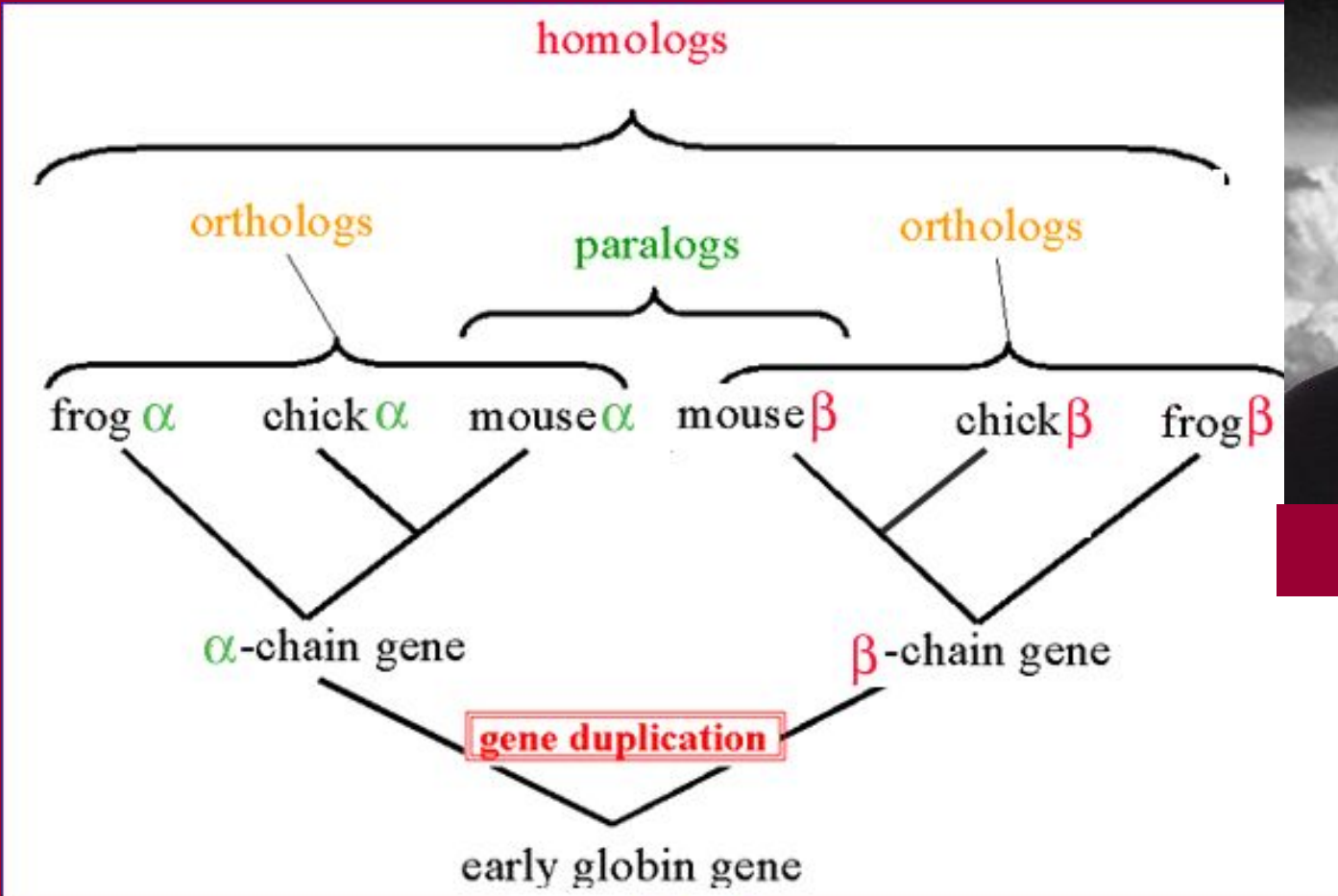
# Гомологи

Ортологи

Паралоги

Ксенологи

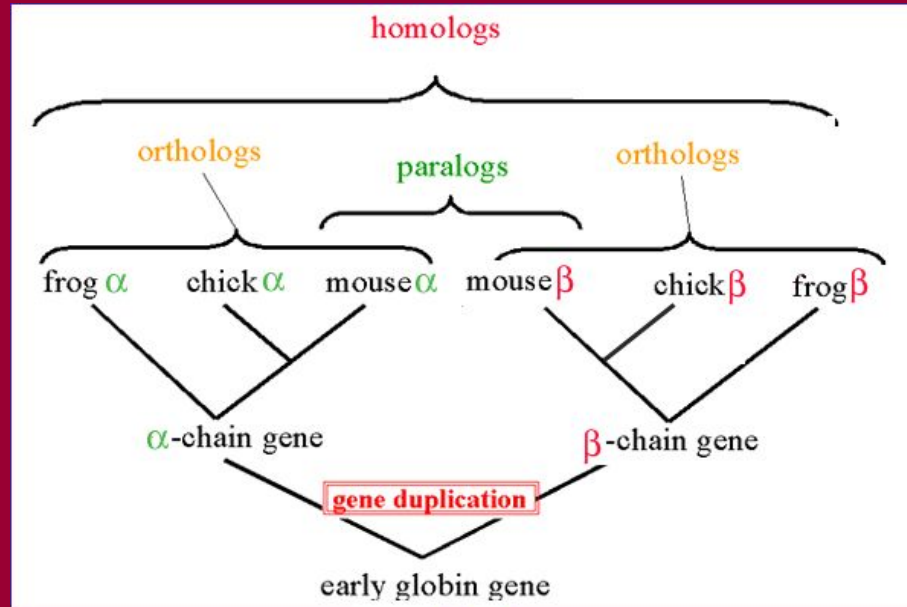
?



(W.M. Fitch,  
*Syst. Zool.* 19, 99 (1970))

**Ортологи** — последовательности, возникшие из одного общего предшественника в процессе видообразования. Ортологи, как правило, имеют одну и ту же функцию

**Паралоги** — последовательности, возникшие из одного общего предшественника в результате дупликации одного гена в одном организме. Паралоги, как правило, имеют разные функции.



Задача выравнивания = задача поиска сходства.

**Сходство — не то же, что гомология!**

```
>EC_Tr : MQNRLTI KDI ARLSGVVGKSTVSRVLNNEYR  
>EC_Fr : MKLDEI ARLAGVSR TTASYVI NGKAKQYR
```

Гэп – пропуск в  
последовательности

```
>EC_Tr : MQNRLTI KDI ARLSGVVGKSTVSRVLNNE---YR : 30  
>EC_Fr : ----MKLDEI ARLAGVSR TTASYVI NGKAKQYR : 29  
          | ARL GV T S V N YR
```

«Идеальное» выравнивание – запись последовательностей одна под другой так, чтобы гомологичные фрагменты оказались друг под другом.

домовой  
скупидом  
водомерка ?

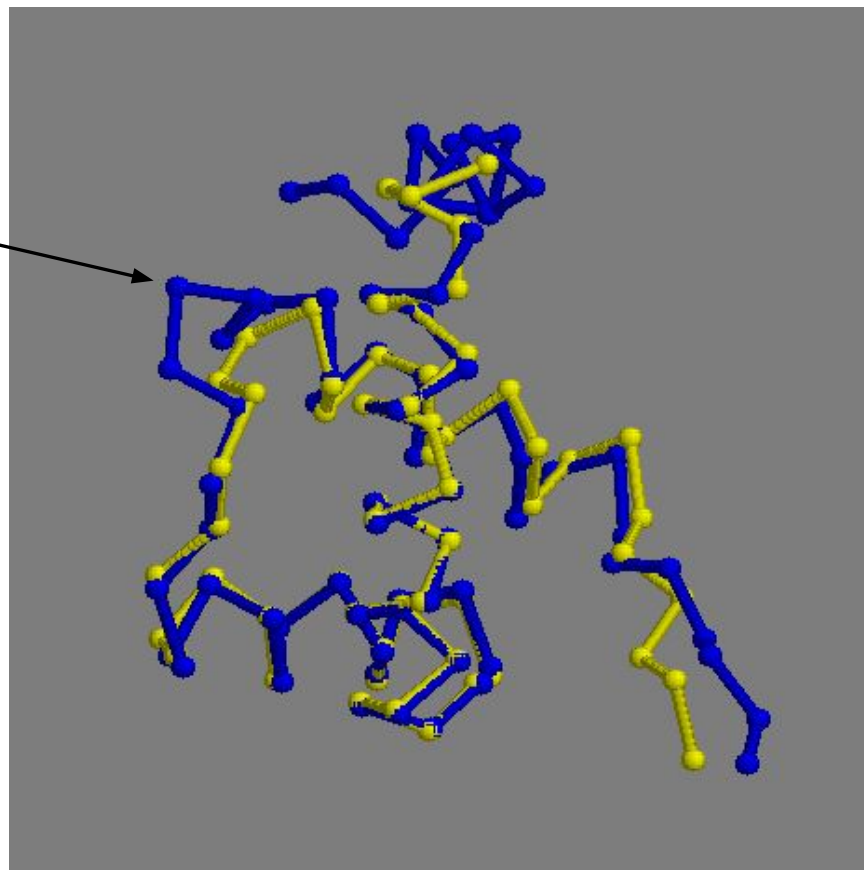
лесовоз  
ледоход

лесо---воз  
лед---оход---

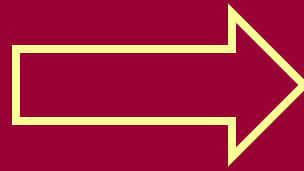
*Гэп – пропуск в последовательности*

# Схожие 3D структуры

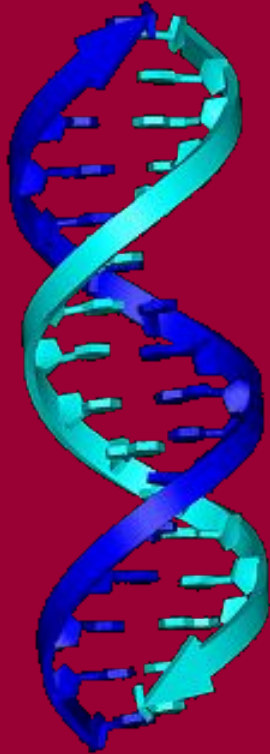
Вставка в «синей»  
последовательности



Мутации,  
рекомбинация, ....



?





# Точечные мутации

(a) Ile Cys Ile Lys Ala Leu Val Leu Leu Thr  
 ATA TGT ATA AAG GCA CTG GTC CTG TTA ACA  
 ATA TGT ATA AAG GCA CTG GTA CTG TTA ACA  
 Ile Cys Ile Lys Ala Leu Val Leu Leu Thr

“Молчащая”

(b) Ile Cys Ile Lys Ala Asn Val Leu Leu Thr  
 ATA TGT ATA AAG GCA AAC GTC CTG TTA ACA  
 ATA TGT ATA AAG GCA AAC TTC CTG TTA ACA  
 Ile Cys Ile Lys Ala Asn Phe Leu Leu Thr

Замена остатка

(c) Ile Cys Ile Lys Ala Asn Val Leu Leu Thr  
 ATA TGT ATA AAG GCA AAC GTC CTG TTA ACA  
 ATA TGT ATA TAG GCAAACGTCCTGTTAACA  
 Ile Cys Ile Ter

Терминация

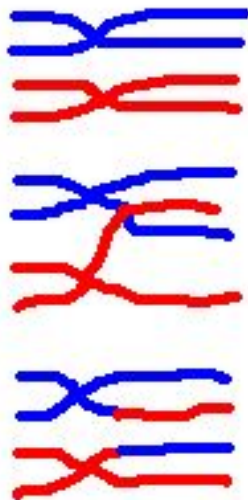
Ile Cys Ile Lys Ala Asn Val Leu Leu Thr  
 ATA TGT ATA AAG GCA AAC ~~X~~GTC CTG TTA ACA  
 ATA TGT ATA AAG GCA AAC TCC TGT TAA AC  
 Ile Cys Ile Lys Ala Asn Ser Cys Stop

Сдвиг рамки

# Рекомбинация

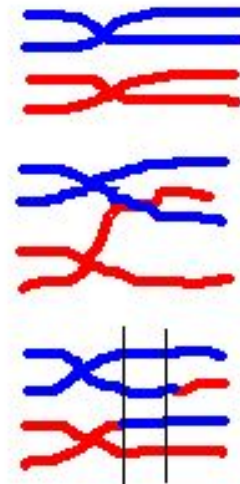
я

Кроссинговер:  
"Reciprocal  
recombination"



2:2

Конверсия гена:  
"Non-reciprocal  
recombination"



3:1

22

# Домены и многодоменные белки

3

бе

EC 4.1.2.25

~~243~~  
50  
белка



EC 2.7.6.3

бе



EC 2.5.1.15

ЛК

• 25 белков



• 9 белков



• 2 белка



• 12 белков



**Домен – единица эволюции, структуры и функции белков.**

Домен – компактная, относительно независимо сворачивающаяся структура, относительно консервативная в процессе эволюции.

Белок может состоять из одного или многих доменов.

# Бывает и такое....

(пример структурного выравнивания)

```
.kqrrsrttFSASQLDELERAFert...qYPDIYTREELAQ  
mdskrt rqtYTRYOTLELEKEFhfn...rYITRRRRRIDIAN  
.mrrkrrvlFSQAQVYELERRREkqq...kYLSAPEREHLAS  
.tkpyrghrFTKENVRILESWFAkni enpYLDTKGLENLMK  
.rkrkrттISIAAKDALERHEgeh...sKPSSQEIMRMAE  
.kspkgkssISPQARAFLEEVFrrk...qSLNSKEKEEVAK
```

AAAAAAAAAAAA



AACDEAAAAA

Что лучше?

AAAAAAAAAAAA

AA---AAAAAAAA

AACDE-AAAA

AACDE-----AAAA