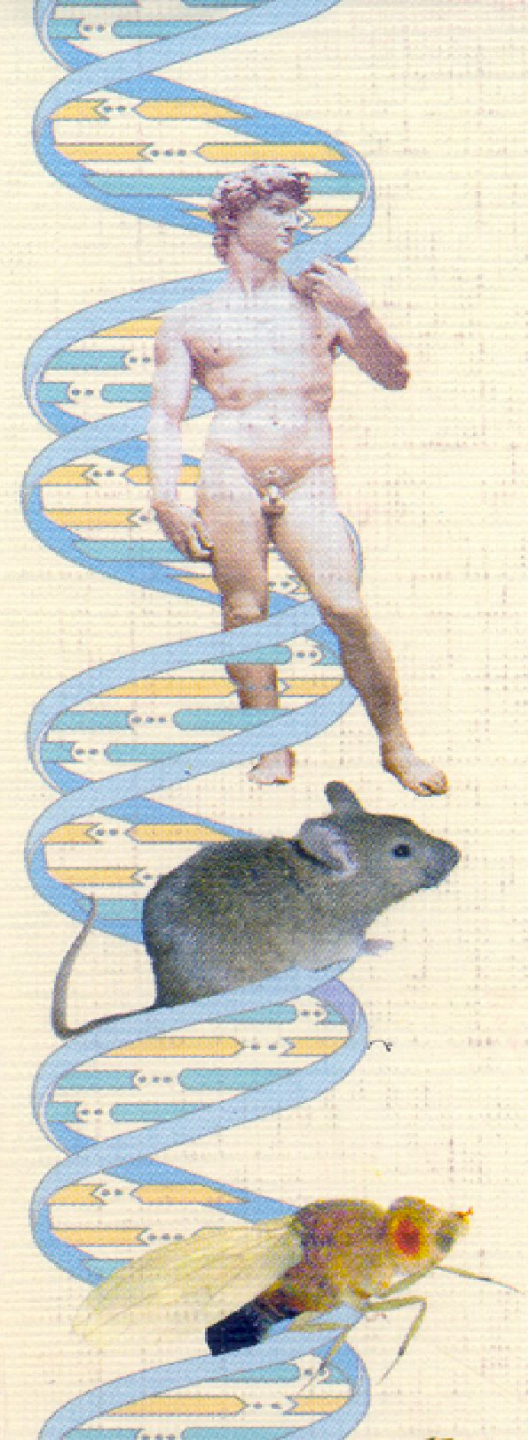


**Кафедра биологии и экологии**

**ТЕМА:**

**Принципы и механизмы  
регуляции онтогенеза.**

**К.б.н., доцент Зубарева Е.В.**



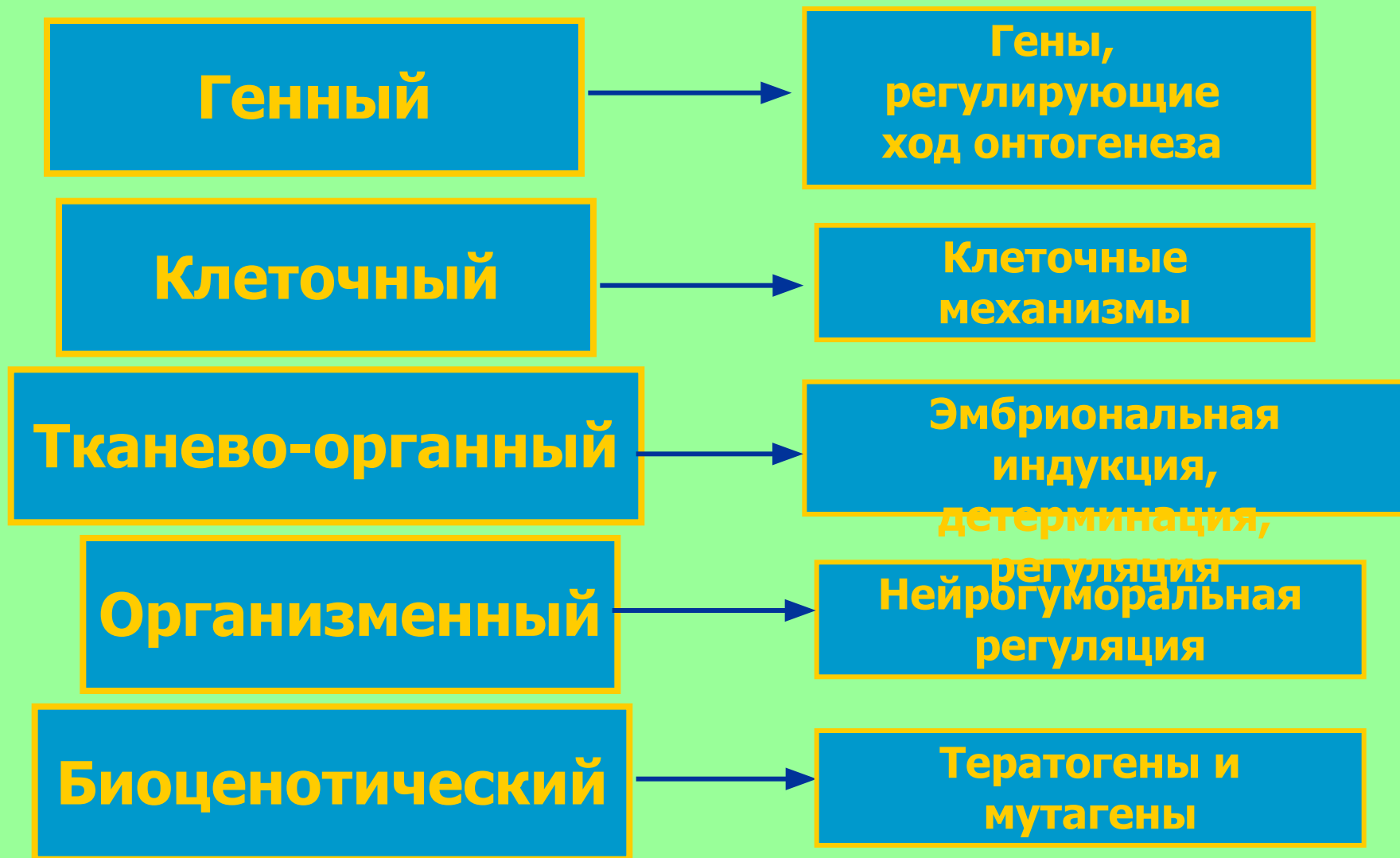
# Список основной литературы

1	<u>Биология</u> : учебник. Кн.1. Жизнь. Гены. Клетка. Онтогенез. Человек	ред. В. Н. Ярыгин	М. : Высшая школа, 2007, 2012
2	<u>Биология</u> : учебник. Кн. 2. Эволюция. Экосистема. Биосфера. Человечество	ред. В. Н. Ярыгин	М. : Высшая школа, 2007, 2012
3	<u>Биология</u> [Электронный ресурс] : учебник. Т. 1. - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970435649.html">http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970435649.html</a>	ред. В. Н. Ярыгин	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015.
4	<u>Биология</u> [Электронный ресурс] : учебник. Т. 2. - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970435656.html">http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970435656.html</a>	ред. В. Н. Ярыгин	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015.

# Список дополнительной литературы

1	<a href="#">Биология</a> : учебник. Т. 1	ред. В. Н. Ярыгин	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014.
2	<a href="#">Биология</a> : учебник. Т. 2	ред. В. Н. Ярыгин	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014.
3	<a href="#">Биология. Руководство к лабораторным занятиям</a> [Электронный ресурс] : учеб. пособие. - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970434116.html">http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970434116.html</a>	ред. Н. В. Чебышев	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015.
4	<a href="#">Биология: медицинская биология, генетика и паразитология</a> [Электронный ресурс] : учебник. - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970430729.html">http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970430729.html</a>	А. П. Пехов	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014.
5	<a href="#">Биология: руководство к лабораторным занятиям</a> [Электронный ресурс] : учеб. пособие. - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970437261.html">http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970437261.html</a>	ред. О. Б. Гигани	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016.
6	<a href="#">Биология с экологией</a> [Электронный ресурс] : сб. ситуационных задач с эталонами ответов для студентов 1 курса, обучающихся по спец. 060101 - Лечебное дело, 060103 - Педиатрия, 060105 – Стоматология. - Режим доступа: <a href="http://krasgmu.vmede.ru/index.php?page[common]=elib&amp;cat=&amp;res_id=28631">http://krasgmu.vmede.ru/index.php?page[common]=elib&amp;cat=&amp;res_id=28631</a>	сост. Т. Я. Орлянская, Т. И. Устинова, Н. Н. Дегерменджи [и др.]	Красноярск : КрасГМУ, 2011.
7	<a href="#">Биология с экологией</a> : учеб. пособие к внеаудиторной работе для студентов 1 курса по спец. 060101 - Лечебное дело, 060103 - Педиатрия	сост. Т. Я. Орлянская, В. С. Крупкина, С. В. Чижова [и др.]	Красноярск : КрасГМУ, 2009.

# Уровни регуляции онтогенеза



# Уровни регуляции онтогенеза

## Генные механизмы

Гены с материнским эффектом  
из группы хромогенов

Гены пространственной организации:  
Сегментации

Компартментализации  
и

Гомеостатические

## Клеточные механизмы

Пролиферация

Дифференциация

Сортировка

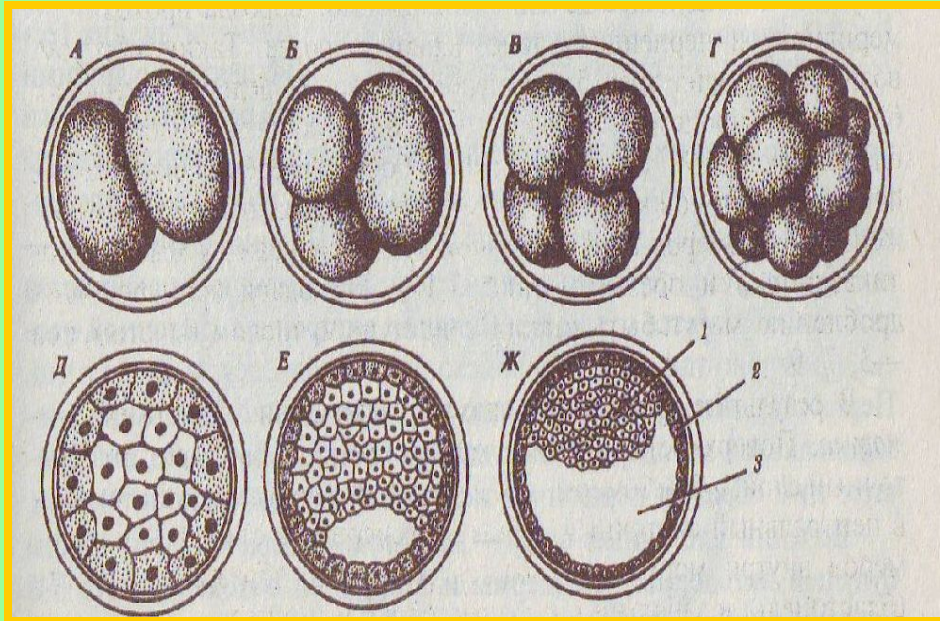
Перемещение

Адгезия

Апоптоз

# Гены, регулирующие ход онтогенеза

В 1985 году были открыты гены, контролирующие ход онтогенеза



**Хроногены** – контролируют время наступления событий. Самые ранние из хроногенов – гены с материнским эффектом. Образуются в яйцеклетке. Некоторые из них транскрибируются и создается большое количество иРНК, которая начинает транслироваться сразу после оплодотворения.

Регулируют все процессы дробления до гастрюляции

# Гены, регулирующие ход онтогенеза

На стадии гаструляции начинают действовать гены пространственной организации – это собственные гены организма, контролирующие формообразовательные процессы.

**Они подразделяются на гены:**

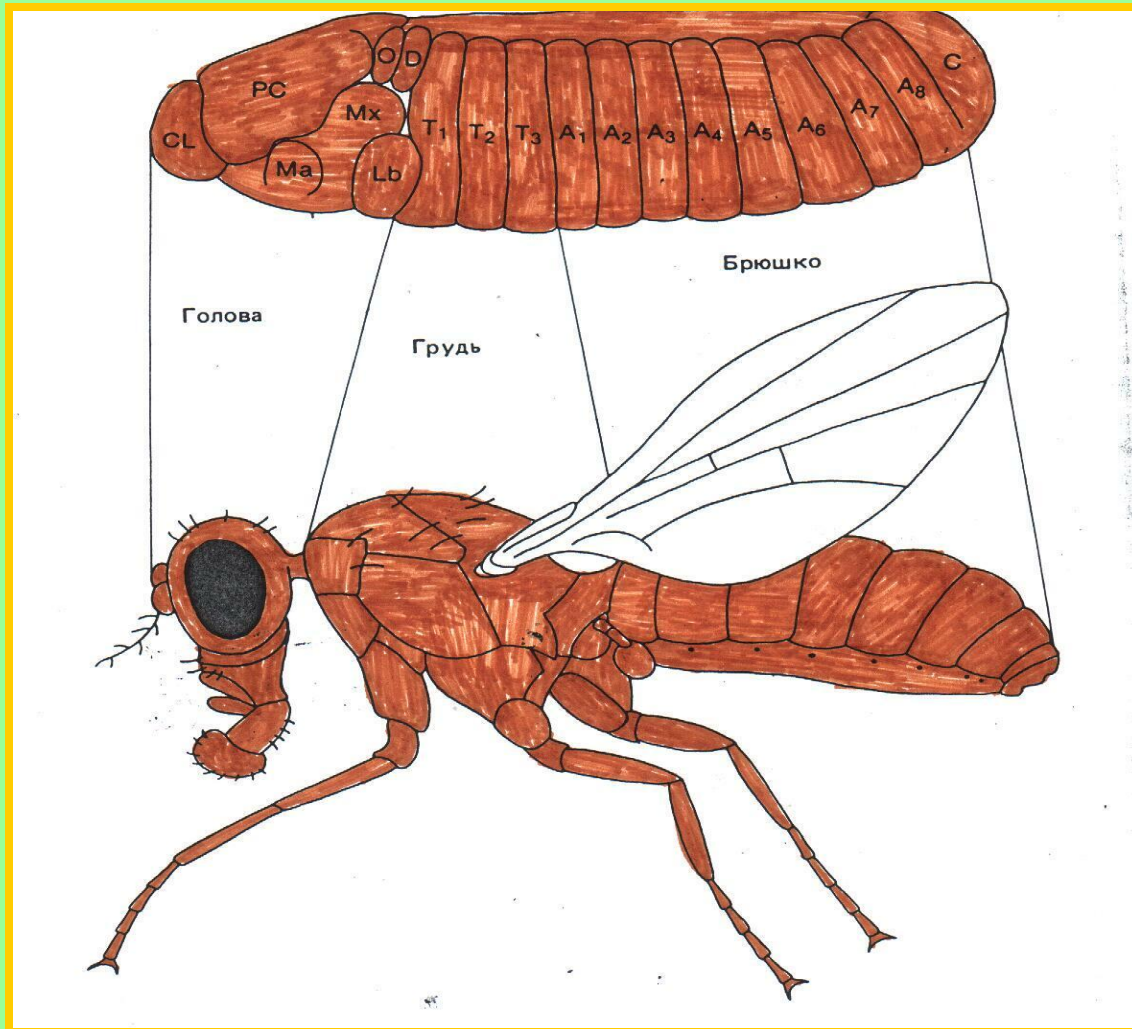
**Сегментации** - отвечают за образование сегментов. Действуют до стадии поздней гаструлы.

**Компартментализации** – отвечают за дифференцировку сегментов и образование компартментов

**Гомеозисные гены** – обеспечивают нормальное образование структур и расположение их в нужном месте.



# Гены сегментации





# Гены сегментации

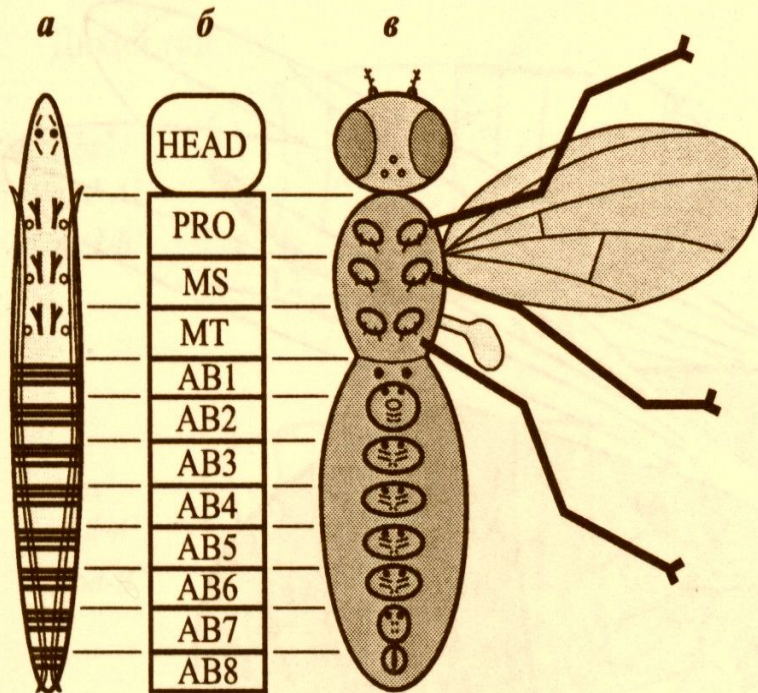


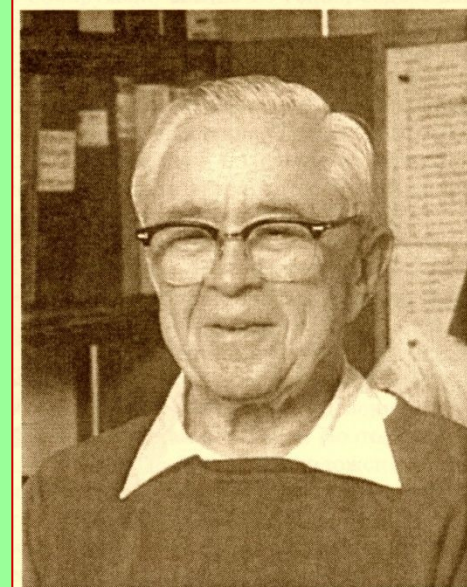
Схема сегментального строения личинки (а) и взрослой мухи дрозофилы (в) [Lewis, 1978]. На обобщенной схеме (б) видно, что как личинка, так и взрослая муха имеют общий принцип сегментации. Они имеют головной сегмент (HEAD), три грудных сегмента (PRO — проторакальный, T1; MS — мезоторакальный, T2; MT — метаторакальный, T3), а также 8 брюшных (AB1–AB8). Каждый из сегментов как у личинки, так и у имаго имеет свой набор органов, отличающий данный сегмент от остальных

Ген	Нормальная личинка, место действия гена закрашено красным	Эффект мутации	Время экспрессии
<i>Gap (Krüppel)</i>			Отсутствуют прилегающие сегменты До 11 деления
<i>pair-rule (even-skipped)</i>			Потеря каждого второго сегмента 11–12 деления
Гены сегментации ( <i>gooseberry</i> )			Сегменты заменены на зеркальные 13 деление

## Мутации генов сегментации у дрозофилы

### Нобелевские лауреаты 1995г.:

Э.Льюис; К. Нюссляйн-Волхард; Э.Вишнас — за открытие генетического контроля раннего эмбрионального развития



Эдвард Льюис  
(1918 — 2004)

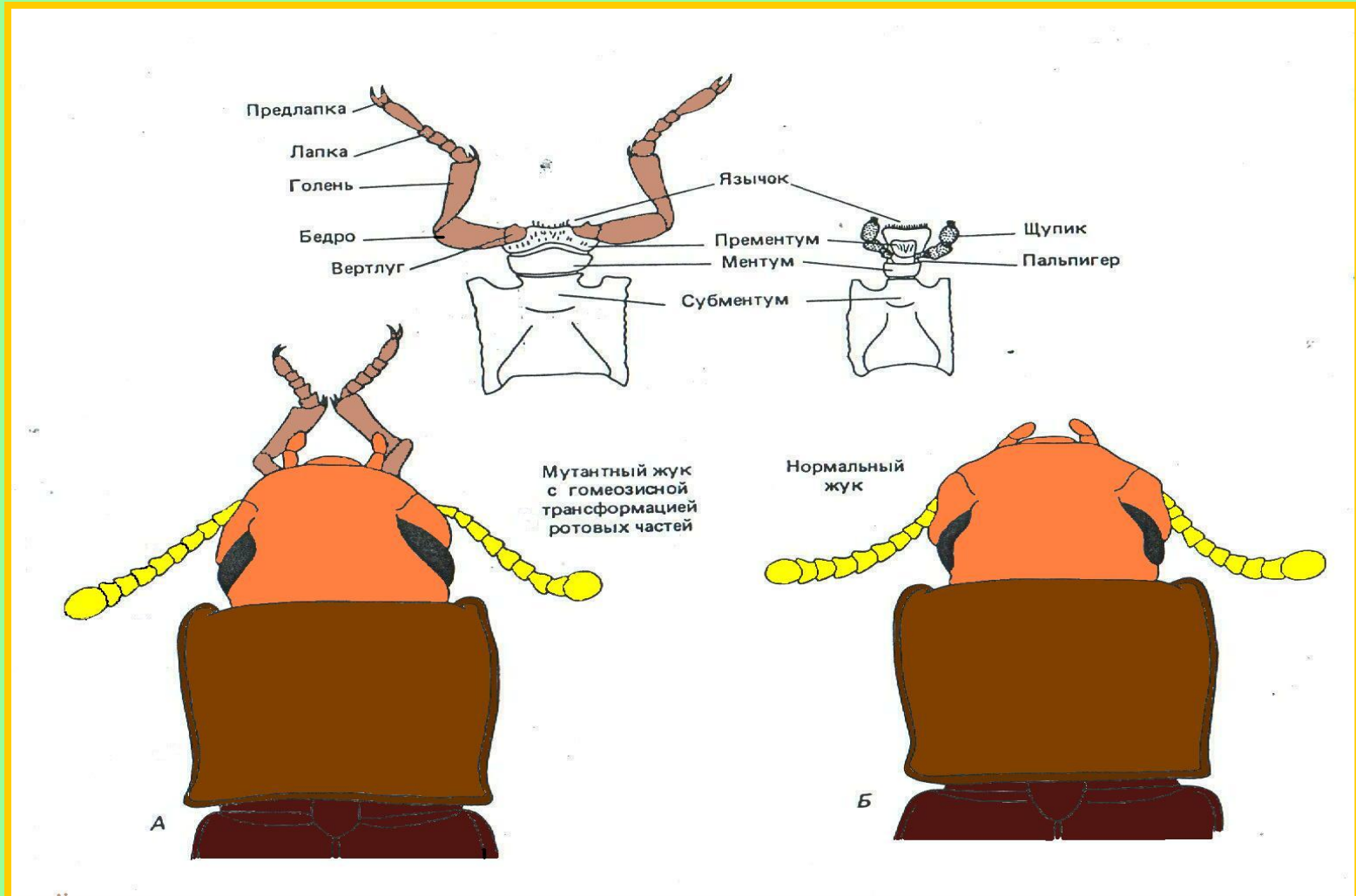
# Гомеозисные гены (НОМ)

- **Обеспечивают развитие органов и тканей в определенном месте**

В структуре гомеозисных генов обнаружены участки, так называемые **ГОМЕОБОКСЫ**. Они контролируют работу других генов.

Гомеобоксы кодируют последовательность аминокислот, которая называется **ГОМЕОДОМЕН**

# Мутации гомеозисных генов



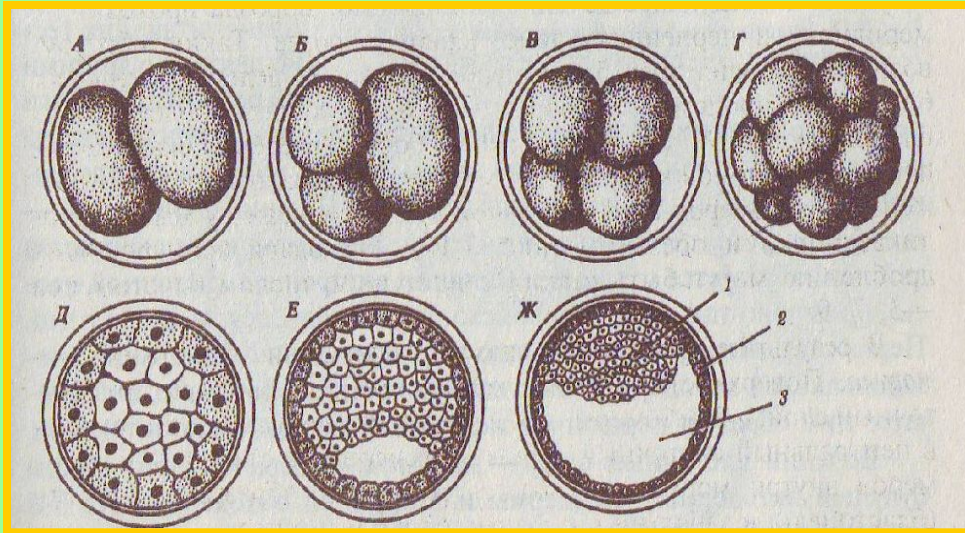
# Клеточный уровень регуляции

## Клеточные механизмы:

- ◆ **Пролиферация**
- ◆ **Дифференцировка**
- ◆ **Перемещение**
- ◆ **Сортировка**
- ◆ **Адгезия**
- ◆ **Апоптоз**



# Клеточные механизмы регуляции



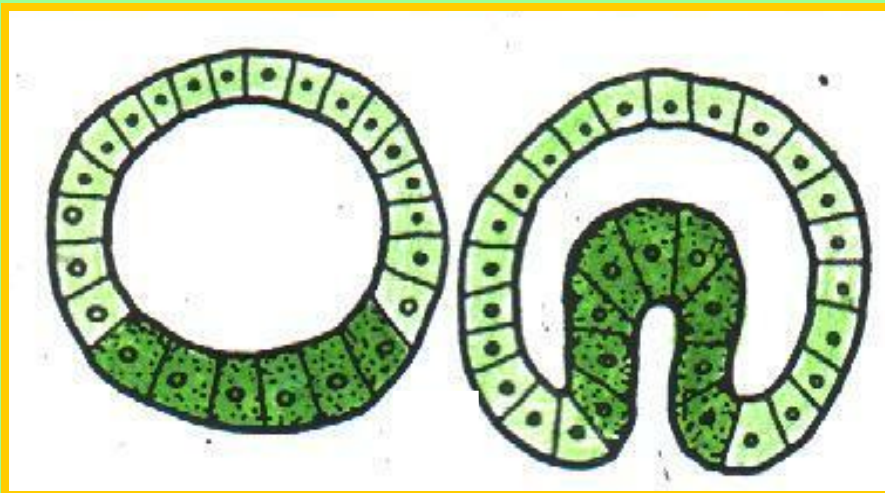
## Стадия дробления

Гены - с материнским эффектом

Клеточные механизмы - пролиферация

## Стадия гаструляции

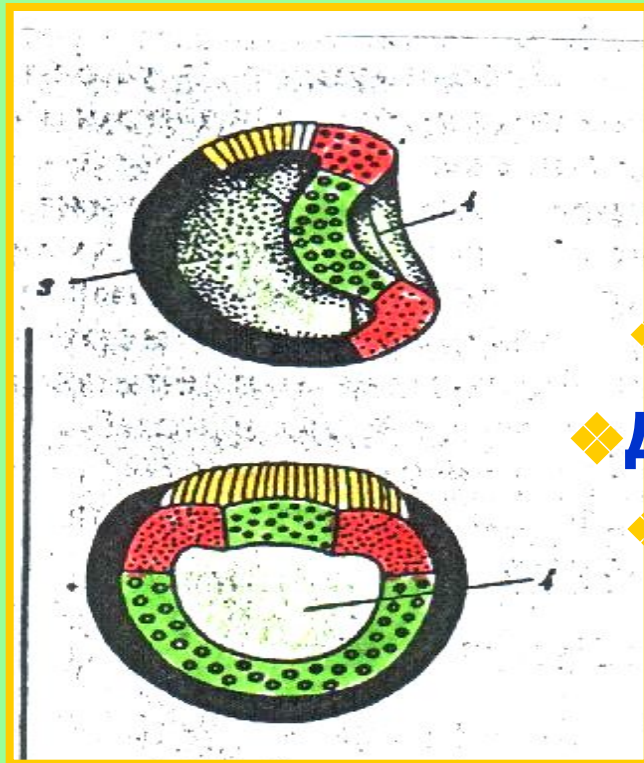
Гены – сегментации  
Клеточные механизмы - пролиферация, перемещение, сортировка



# Клеточные механизмы регуляции

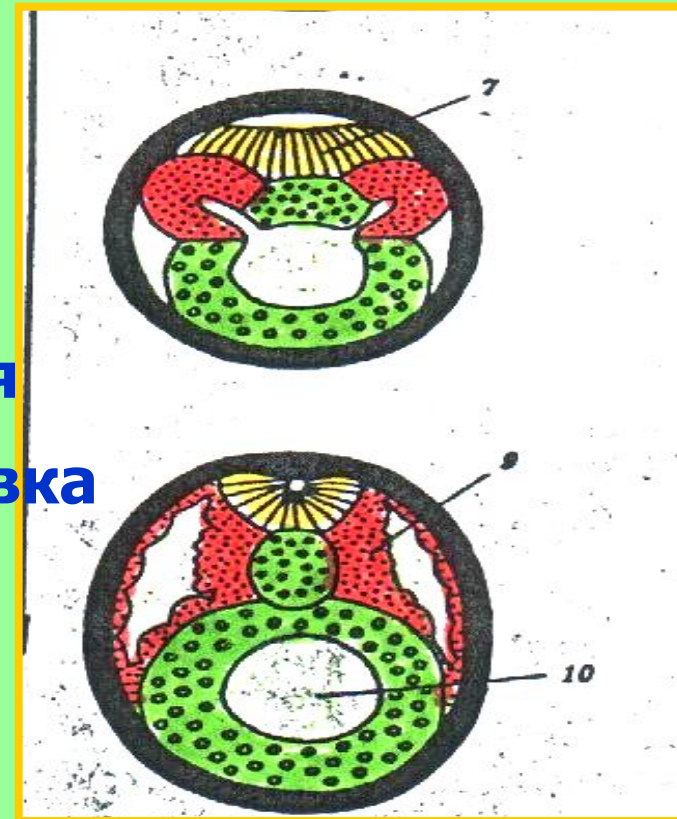
Стадия нейруляции

Гены: компарментализации



Клеточные  
механизмы:

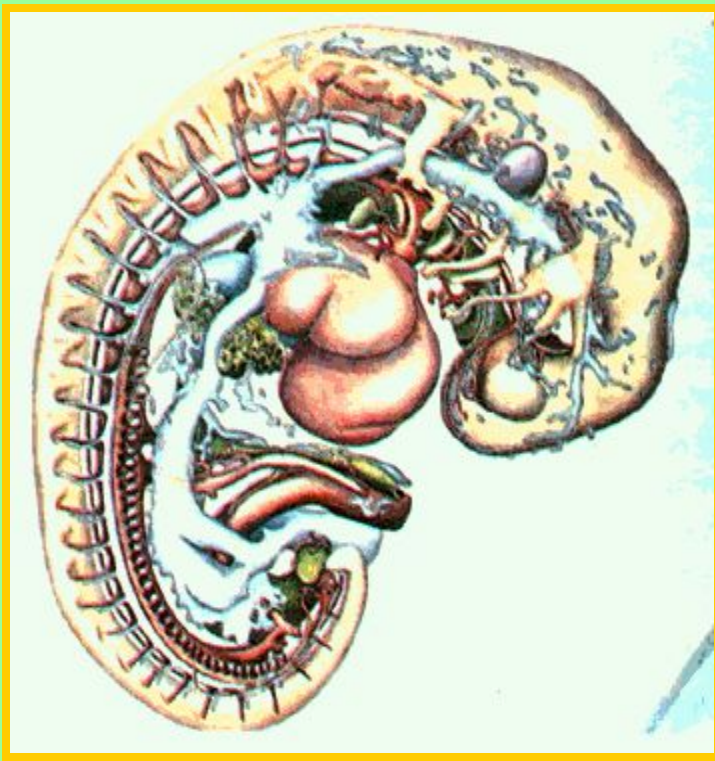
- ◆ Пролиферация
- ◆ Дифференцировка
- ◆ Перемещение
- ◆ Сортировка
- ◆ Адгезия





# Клеточные механизмы регуляции

## Стадия гисто – и органогенез



**Гены: гомеозисные**

**Клеточные механизмы:**

- ◆ **Пролиферация**
- ◆ **Дифференциация**
- ◆ **Перемещение**
- ◆ **Сортировка**
- ◆ **Адгезия**
- ◆ **Апоптоз**

# Тканево-ограничный уровень регуляции

# ЭМБРИОНАЛЬНАЯ ИНДУКЦИЯ

– это взаимодействие частей развивающегося зародыша, при котором один участок зародыша влияет на судьбу другого.

– влияние с помощью выделяемых клетками **веществ-регуляторов**

ВКЛЮЧАЮТ И ВЫКЛЮЧАЮТ  
БЛОКИ ГЕНОВ В РЯДОМ  
РАСПОЛОЖЕННЫХ КЛЕТКАХ

# Первичная эмбриональная индукция

Опыты Г. Шпемана 1924г.

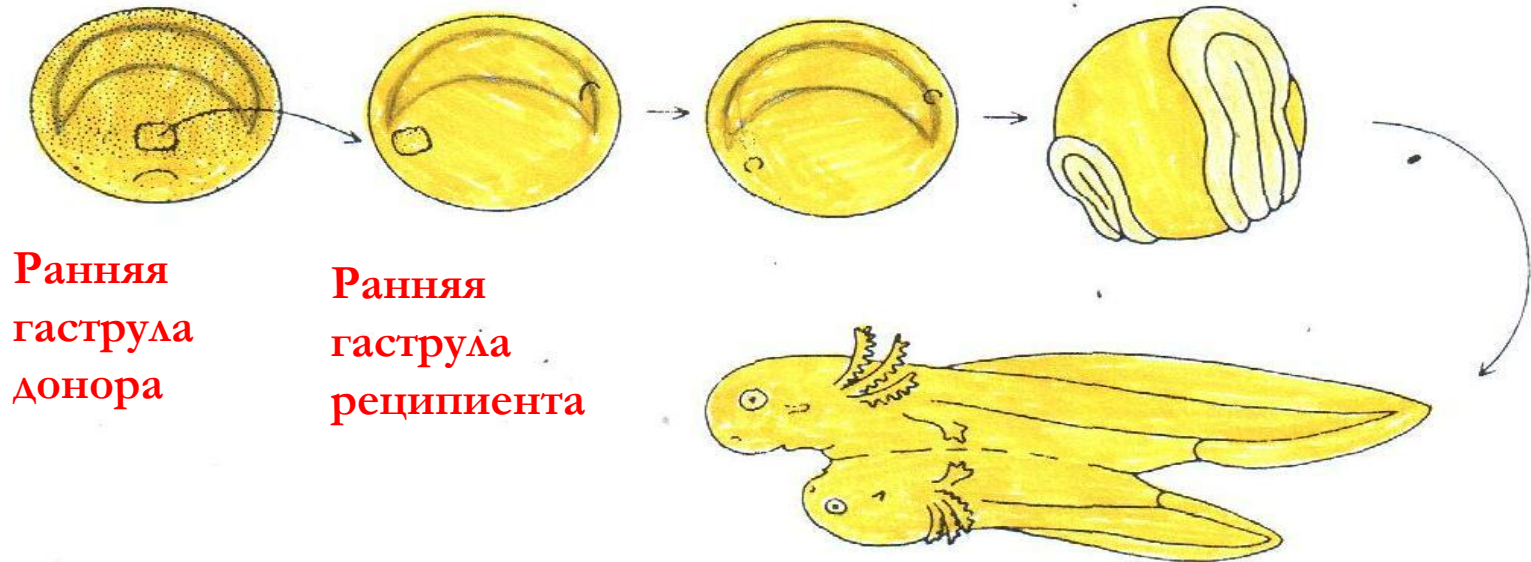


Рис. 5-2. Пересадка клеток спинной губы бластопора от зародыша-донора на брюшную сторону зародыша-реципиента. В результате трансплантации у реципиента образуются добавочные осевые органы (Hadorn, 1974).

**Хордо-мезодермальный  
зачаток - первичный  
эмбриональный  
организатор (индуктор)**

**Тканево-органный уровень регуляции**

**Механизм:**

**Детерминация -**

**Возникновение качественных различий между частями развивающегося зародыша, которые определяют дальнейшую судьбу этих частей.**



# Лабильная детерминация у зародыша бластомеры при пересадке имеют широкие ВОЗМОЖНОСТИ

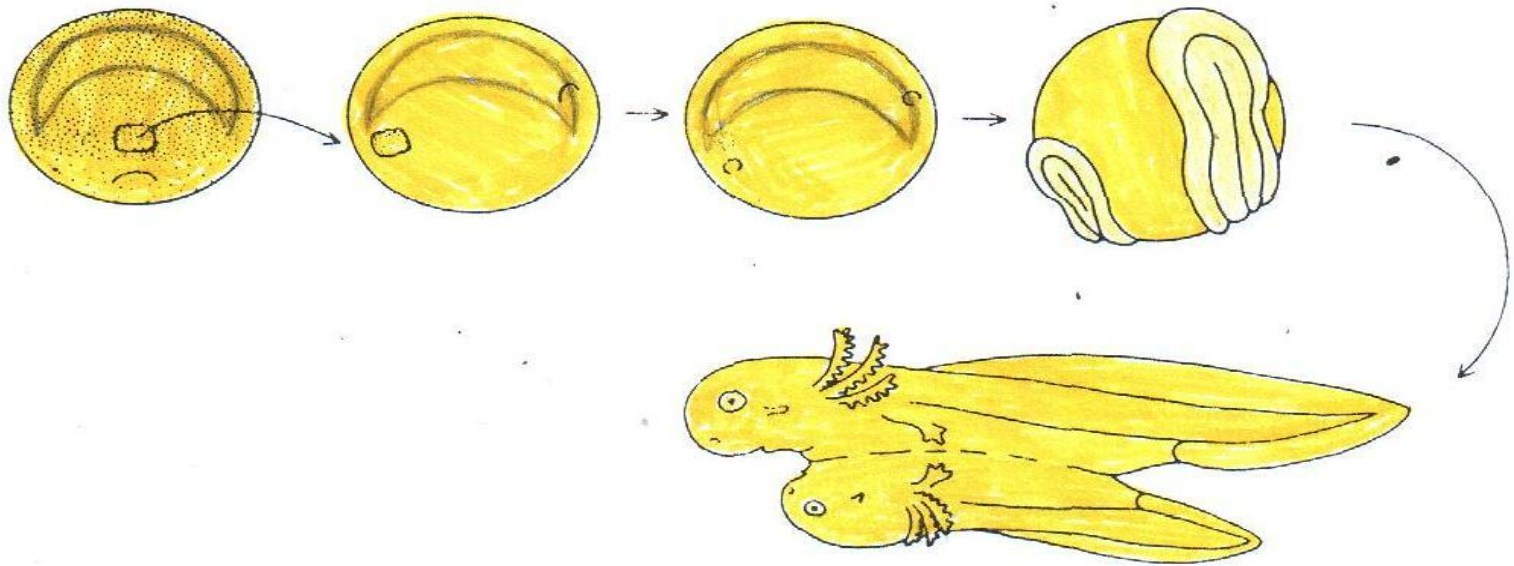
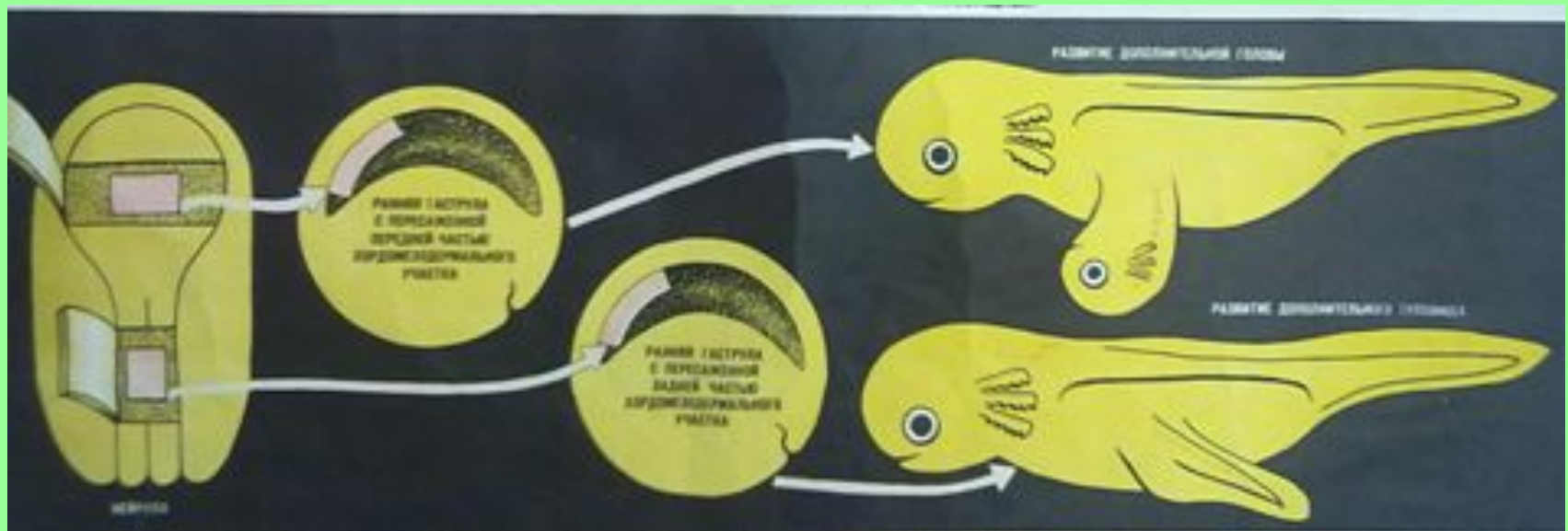


Рис. 5-2. Пересадка клеток спинной губы бластопора от зародыша-донора на брюшную сторону зародыша-реципиента. В результате трансплантации у реципиента образуются добавочные осевые органы (Hadorn, 1974).

# Стабильная детерминация – зачатки зародыша детерминированы и дают начало определенным органам



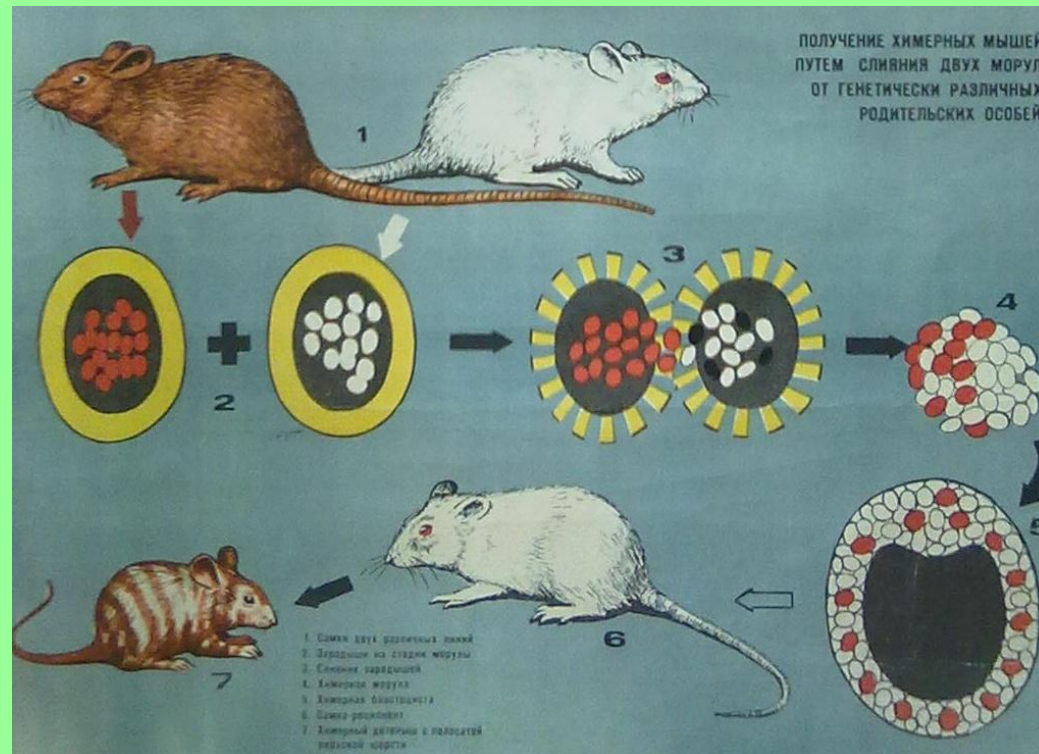
**Потенции – возможности элементов зародыша, которые могли бы осуществиться. В норме реализуется одно из них, а остальные могут быть выявлены в эксперименте.**

**Тотипотентность – широкие потенции. Способность одной клетки создать целый организм. У человека тотипотентностью обладают клетки зародыша до стадии 4-8 бластомер. Пример: Монозиготные близнецы, и как осложнение - сямские близнецы.**

# Г. Дриш (1891)- явление эмбриональной регуляции

Процесс восстановления нормального развития целого зародыша или зачатка после его естественного или искусственного нарушения путем:

1. Удаления части материала
2. Добавления избыточного материала
3. Перемешивание с помощью центрифугирования или сдвигания.



Опыты Тарковски и Минц

**Онтогенез есть целостный процесс, а НЕ  
простая сумма однозначных причинно-  
следственных звеньев!**

**Развитие организма  
определяют:**

- генетические факторы
- клеточные механизмы
- взаимодействие частей зародыша
- факторы внешней среды

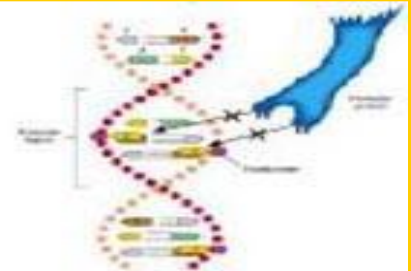


# Влияние тератогенов

## Эпигенетический ландшафт



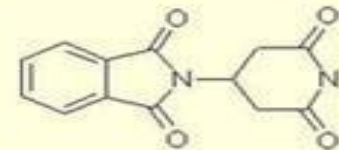
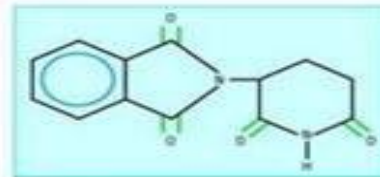
**Норма**  
развитие идет по наиболее вероятному - нормальному пути



Талидомид



**Мутация**  
изменяет ход развития



**Воздействие среды (лечение)**  
может скомпенсировать действие мутаций и вернуть развитие к норме



**Вредное влияние среды**  
может привести к отклонению от нормального пути развития даже при отсутствии мутации



**Перечислить и охарактеризовать  
клеточные механизмы регуляции  
онтогенезе.**

**Спасибо за внимание!**