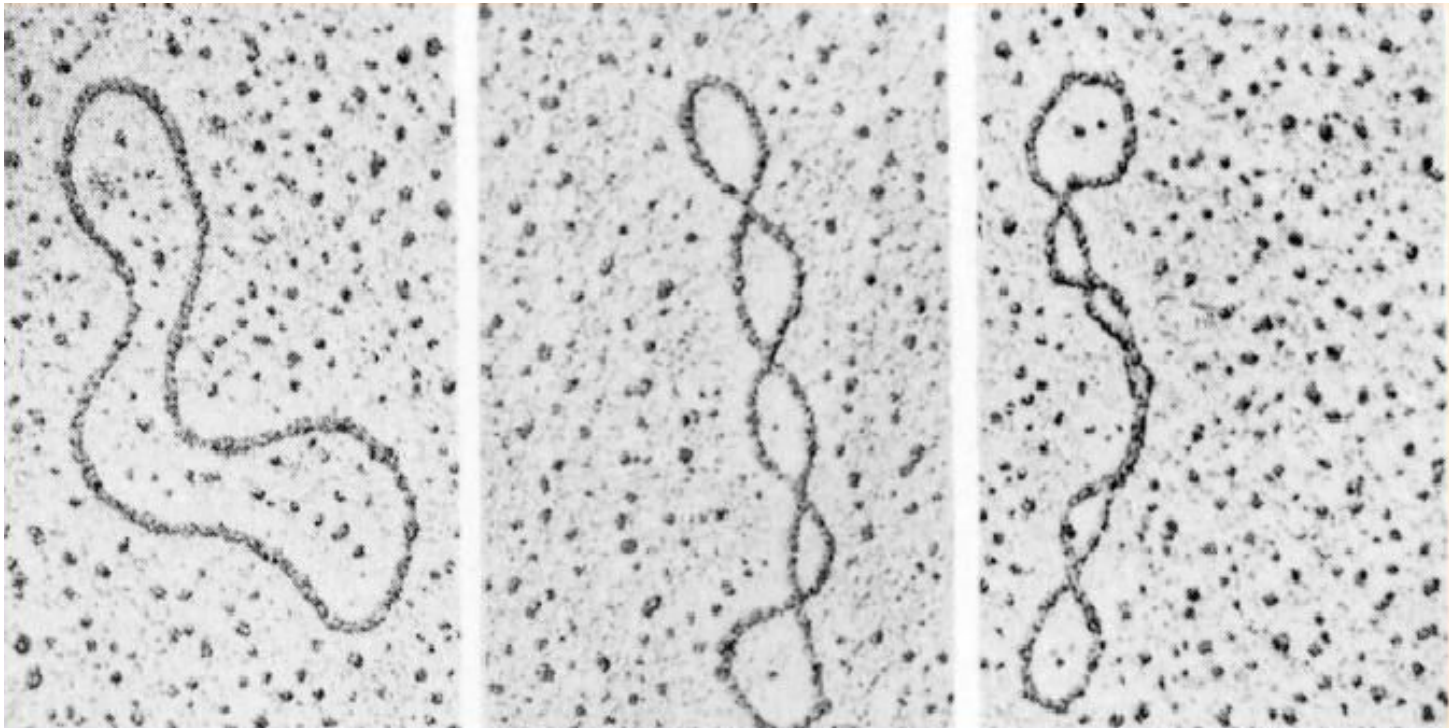




- Сверхспирализация ДНК — явление пере- или недоскручивания топологически замкнутых цепей ДНК, в результате которого ось двойной спирали ДНК сама закручивается в спираль более высокого порядка.

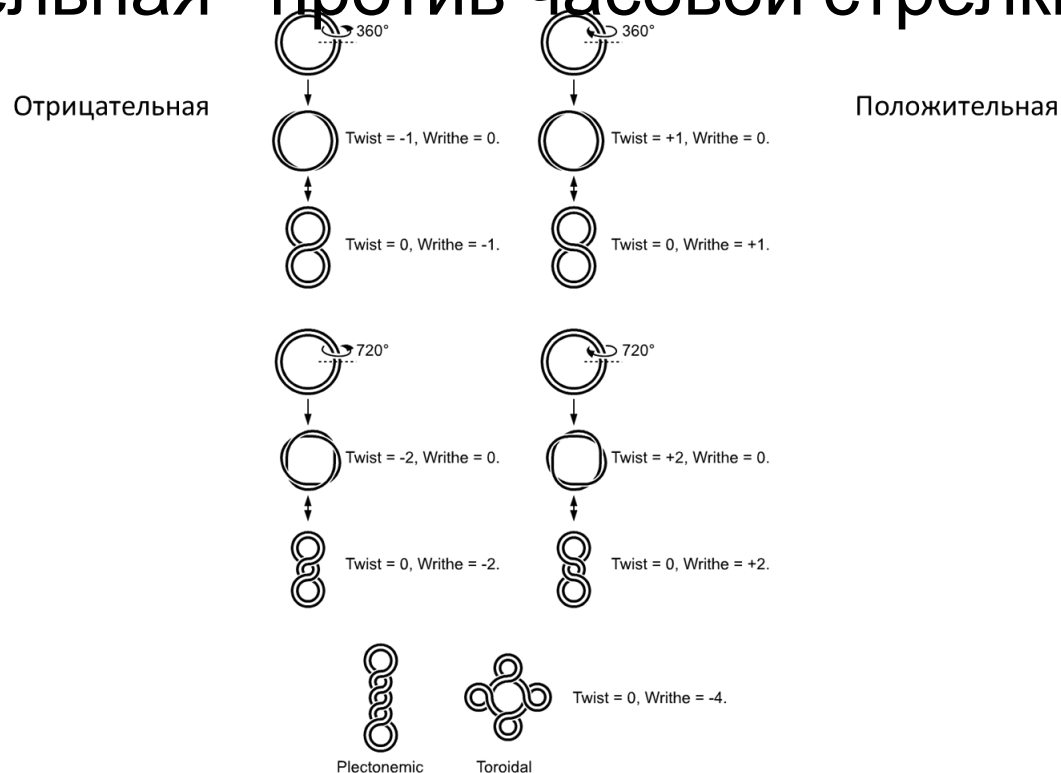


“расслабленная”  
форма

Сверхспирализац  
Картинка с сайта

- Сверхспирализация является важным свойством ДНК, от которого зависит протекание практически всех ДНК-зависимых процессов в клетке, таких как репликация ДНК, транскрипция и рекомбинация.
- Сверхспирализованная ДНК обладает большей энергией.

- Сверхспирализация ДНК может быть положительной и отрицательной. Положительная - ось двойной спирали закручена в том же направлении, что и цепи внутри двойной спирали (по часовой стрелке). Отрицательная - против часовой стрелки.



- Для количественного описания связи двух цепей используется особая величина — порядок зацепления  $Lk$ . В 1969 году Уайтом была предложена формула, которая связала порядок зацепления и две другие геометрические характеристики замкнутой ДНК — кручение (Twist,  $Tw$ ) и количество супервитков (райзинг) (Writhe,  $Wr$ ):  $Lk = Tw + Wr$
- Другим способом описания сверхспирализации ДНК является определение плотности сверхвитков ( $\sigma$ ): 
$$\sigma = \frac{\Delta Lk}{Lk_0}$$
- $Lk_0 = \frac{N}{\gamma}$ , где  $N$  — количество пар оснований в молекуле, а  $\gamma$  — среднее число пар оснований на виток двойной спирали при данных условиях.
- Обычно значение  $\gamma$  близко к 10,5
- Кольцевые ДНК, выделенные из живых организмов обычно имеют плотность сверхвитков в диапазоне от  $-0,03$  до  $-0,09$

- топоизомеры - молекулы ДНК, идентичные в химическом отношении, но различающиеся значением  $Lk$ .
- Топоизомеразы - ферменты, способные менять топологическое состояние кольцевых ДНК путем создания временного однонитевого или двунитевого разрыва в молекуле ДНК, проведения сквозь разрыв другого, целого сегмента цепи и воссоединения цепи в месте разрыва. В результате такого ферментативного акта целостность цепей сохраняется, но их топологическое состояние может измениться.

- Топоизомераза I в ходе своей работы вносит разрыв лишь в одну из цепей двойной спирали. Топоизомеразы типа I из прокариотических клеток способны вызывать релаксацию отрицательно, а из эукариотических - иногда и положительно сверхспирализованной кольцевой замкнутой ДНК. Для своей работы они не требуют никаких кофакторов. Внося разрыв в одну из цепей двойной спирали, фермент ковалентно пришивается к одному из концов цепи, запасая в образованной связи энергию, необходимую для последующего воссоединения этой цепи.
- Топоизомеразы типа II в ходе своей работы рвут одновременно обе нити двойной спирали ДНК и проводят сквозь разрыв другой двунитевой сегмент. В ходе такой реакции порядок зацепления, следовательно и число сверхвитков, должно изменяться на 2. Поэтому из определенного топоизомера топоизомераза типа II может сделать лишь топоизомеры, отличающиеся от исходного на четное число сверхвитков. Почти для всех реакций, катализируемых топоизомеразами типа II, необходим сопряженный гидролиз АТФ.

# Выводы

- Сверхспирализация важна во множестве биологических процессов, таких как, например, компактизация ДНК.
- Сверхспирализация ДНК может быть положительной и отрицательной.
- Для описания сверхспирализации используют: порядок зацепления  $Lk$  и плотность сверхвитков  $\sigma$ .
- Топоизомеры - молекулы ДНК, идентичные в химическом отношении, но различающиеся значением  $Lk$ .
- Топоизомеразы - ферменты, способные менять топологическое состояние кольцевых ДНК. Делятся на топоизомеразы I и II типа.



# Использованная литература

- <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D1%81%D0%BF%D0%B8%D1%80%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%D0%94%D0%9D%D0%9A> – свёрспирализация ДНК
- <http://humbio.ru/humbio/dnastructure/00035453.htm> - топоизомеразы
- [https://ufn.ru/ufn86/ufn86\\_8/Russian/r868i.pdf](https://ufn.ru/ufn86/ufn86_8/Russian/r868i.pdf) - определение топоизомеров
- <http://humbio.ru/humbio/dnastructure/0000ba39.htm> - плотность свёрхвитков
- <http://humbio.ru/humbio/dnastructure/000612fc.htm> - порядок зацепления
- Источники картинок указаны в презентации

**Спасибо за внимание**