

рич. поляризации и потерь в широком диапазоне частот. Особый интерес представляет исследование конформаций превращений П. б. в растворе, с этой целью используют спектрофотометрию в УФ-области и измерения кругового дихроизма. В полипептидах при образовании из беспорядочного клубка упорядоченной спиральной структуры в области длин волн ~ 190 нм наблюдается сильный гипохромный эффект (уменьшение поглощения), пригодный для определения степени спиральности. Ароматические аминокислотные остатки имеют полосы поглощения в области ~ 280 нм, изменяющиеся при изменении окружения (неполярного на полярное), что позволяет судить о расположении и контактах этих остатков в молекуле белка. Межплоскостные взаимодействия в НК обуславливают гипохромный эффект в области ~ 260 нм. Соответственно при разрушении двойной спирали (переходе спираль — клубок) наблюдается увеличение поглощения на 40%. Прирост поглощения пропорционален доле нуклеотидов, перешедших из упорядоченной спиральной структуры в неупорядоченный клубок. П. б. обладают оптич. активностью, свойственной всем аминокислотам (кроме глицина) и, соответственно, полипептидам и белкам. Наиб. информативны измерения кругового дихроизма, κ -рый зависит от конформации полимера. На рис. 6 приведены кри-

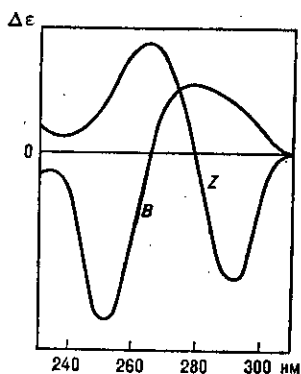


Рис. 6. Спектры кругового дихроизма ДНК в B- и Z-формах.

вые кругового дихроизма для ДНК в B- и Z-формах.

Переходы спираль — клубок в П. б. Полипептидные цепи, образующие в определ. условиях упорядоченные спиральные структуры, при изменении внеш. условий переходят в состояние неупорядоченного клубка. Эти конформац. переходы наиб. детально изучены на синтетич. гомогенных полипептидах. Переход α -спираль — клубок носит кооперативный характер и характеризуется сравнительно узким интервалом перехода. Кооперативность перехода обусловлена невыгодностью освобождения из спиральной структуры (плавления) коротких участков, т. к. при этом затрачивается значит. энергия на разрыв водородных связей, а выигрыш в энтропии за счёт появления подвижности цептидных звеньев мал. При плавлении длинных участков спирали возможна компенсация энергетич. затрат. Процесс денатурации белков при изменении внеш. условий включает в себя и переход спираль — клубок, но обычно процесс является многостадийным. Отд. стадии могут носить кооперативный характер. Изучение промежуточных стадий и кинетики прямого и обратного процессов (ренатурации) является источником сведений о самоорганизации высших структур белковых глобул. Двойная спираль ДНК может разрушаться при изменении внеш. условий, молекула при этом переходит в состояние одного или двух беспорядочных клубков (при полном разделении нитей). Этот переход, также наз. переходом спираль — клубок или внутримолекулярным плавлением, изучен экспериментально и теоретически для B-формы ДНК. Переход спираль — клубок рассматривают на основе одномерной *Изинга модели*.

В рамках модели объясняются все наблюдаемые на опыте закономерности перехода в ДНК. Переход спираль — клубок в ДНК аналогичен фазовому переходу 1-го рода, но не является истинным фазовым переходом, т. к. молекулу можно рассматривать как одномерную систему. Интервал перехода (напр., интервал темп-р перехода) конечен. В этом интервале молекула разбивается на чередующиеся спиральные и клубкообразные участки. Т. к. локальное или полное разделение нитей двойной спирали ДНК происходит при мн. генетич. процессах в клетке, причём в этом процессе участвуют др. молекулы, взаимодействующие с ДНК, теория перехода спираль — клубок, включающая вопрос о влиянии др. молекул («теорию скрепок»), важна для понимания механизма функционирования ДНК.

ДНК в клетке обладает отрицат. сверхспиральностью, т. е. двойная спираль в ней несколько раскручена (в кольцевых ДНК при этом двойная спираль образует витки сверхспирали). В клетке есть система ферментов (топоизомераз), изменяющих сверхспиральность. Широко распространена лишь отрицат. сверхспиральность. Сверхспиральная ДНК обладает выш. энергией; топоизомеразы расходуют энергию на создание сверхспиральности. Мерой сверхспиральности является плотность сверхвитков σ (число сверхвитков, приходящееся на один виток двойной спирали). Величина σ отрицательна, ниже подразумевается её абс. значение. С ростом σ молекула ДНК становится более подвижной, реакционноспособной, увеличивается вероятность нарушений структуры двойной спирали (локальных её раскрутий), в отд. областях молекулы при достаточно большом значении σ возникают альтернативные (т. е. отличные от B-формы) структуры — крестообразные структуры, Z- и H-формы и др. Все эти структуры не образуются в линейной ДНК в стандартных условиях. Энергия, необходимая для их образования, черпается из энергии сверхспиральности. Для исследования альтернативных структур ДНК и определения их энергетич. параметров используют эксперименты, анализируемые с помощью топологич. теории. Топологич. ограничения, накладываемые кольцевым замкнутым строением, приводят и к др. изменениям структуры и физ. свойств молекул ДНК. Исследование влияния топологич. эффектов на строение и свойства ДНК и её биол. ф-ции, на регуляцию генетич. процессов является одной из задач молекулярной биофизики.

Лит.: Аккерман Ю., Биофизика, пер. с англ., М., 1964; Физические методы исследования белков и нуклеиновых кислот, М., 1967; Веденов А. А., Дыхне А. М., Франк Каменецкий М. Д., Переход спираль — клубок в ДНК, «УФН», 1971, т. 105, в. 3, с. 478; Блюментфельд Л. А., Проблемы биологической физики, 2 изд., М., 1977; Шабарова З. А., Богданов А. А., Химия нуклеиновых кислот и их соединений, М., 1978; Лазуркин Ю. С., Молекулярное плавление ДНК и эффект тонкой структуры кривых плавления, «Молекулярная биология», 1977, т. 11, в. 6, с. 1311; Волькенштейн М. В., Биофизика, 2 изд., М., 1988; Франк-Каменецкий М. Д., Вологодский А. В., Топологические аспекты физики полимеров: теория и ее биофизические приложения, «УФН», 1981, т. 134, в. 4, с. 641; Кантор Ч., Шиммель П., Биофизическая химия, пер. с англ., т. 1—3, М., 1984—85; «В мире науки», 1985, в. 12 (тематич. вып.); Молекулярная биология клетки, пер. с англ., т. 1—5, М., 1986—87; Вологодский А. В., Топология и физические свойства кольцевых ДНК, М., 1988. Ю. С. Лазуркин.

ПОЛИМОРФИЗМ (от греч. *polymorphos* — многообразный), способность нек-рых веществ существовать в состоянии с разл. атомно-кристаллич. структурой (см. *Кристаллохимия*). Каждое из таких состояний (термодинамич. фаз), называемое полиморфией модификацией, устойчиво при опред. внеш. условиях (темп-ре и давлении). Различие в структуре обуславливает различие в свойствах полиморфных модификаций данного вещества. П. открыт в 1822 нем. учёным Э. Мичерлихом (E. Mitscherlich). Им обладают нек-рые простые вещества (аллотропия) и мн. хим. соединения. Так, две модификации углерода — кубическая (*алмаз*) и гексагональная (*графит*) — резко различаются по физ. свойствам. Белое олово, имеющее