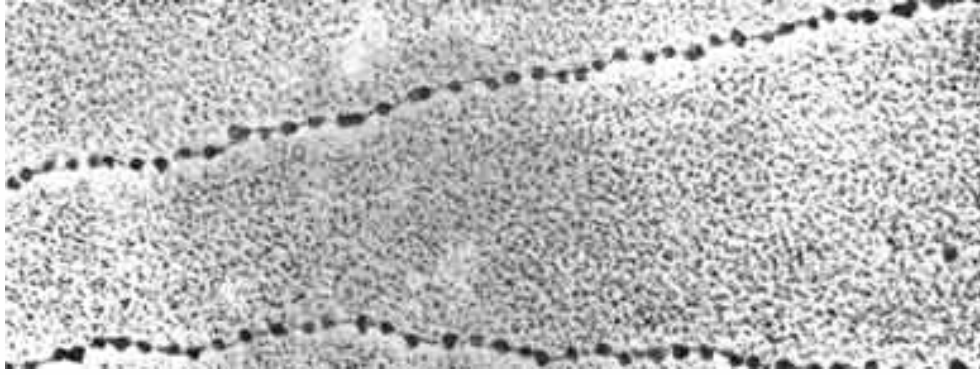


اکثر مولکولهای DNA سلول به صورت ابر ماریج های پروتئین دار

هستند.

تنها به صرف اینکه اکثر مولکول های DNA ای که از سلولها استخراج شده اند ترجیحاً به حالت استراحت هستند نمی توان گفت که حالت طبیعی DNA نیز چنین است. تحقیقات نشان می دهند که تقریباً تمام مولکولهای DNA در سلول های پروکاریوت ها و یوکاریوت ها به حالت ابر ماریج منفی می باشند. در واقع مولکول های DNA بندرت آزاد هستند و اغلب با پروتئین های خاصی پیوند می یابند و مولکول های متراکمی به نام کروماتین را تشکیل می دهند. چگونگی این متراکم شدن در مورد کروماتین یوکاریوت ها بخوبی شناخته شده است. مهمترین پروتئین های شناخته شده ای که به DNA متصل می شوند و در ساختمان کروماتین نقش دارند هیستونها هستند. هیستونها پروتئین هایی با وزن مولکولی کم بوده و چون غنی از اسیدهای آمینه لیزین و آرژینین هستند، حاوی بار مثبت می باشند. در اثر تجمع هیستونها با یکدیگر اشکال بیضوی شکل (هسته هیستونی) خاصی ایجاد می شوند که مولکول DNA با تاب خوردن به دور آن به صورت ابر ماریج در می آید. ساختمان فوق به نام نوکلئوزوم خوانده می شود و به کروماتین ظاهری تسبیح مانند می دهد (شکل).



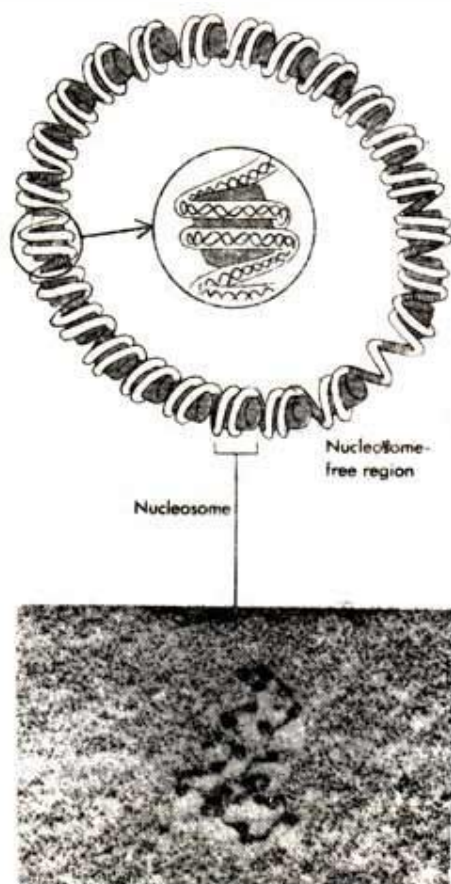


نوکلئوزوم ها به رشته های کروماتین ظاهری تسبیح مانند می دهند. بزرگنمایی = 100000 بار.

از آنجا که به تمام قطعات DNA مجموعه های هیستونی مشابهی متصل می گردند، تصور می شود که هیستونها باید نقش ساختمانی داشته باشند (نه نقش آنزیمی یا تنظیمی). تنها نیمی از وزن پروتئین های کروماتین را هیستونها تشکیل می دهند و بقیه پروتئین های آن بخوبی شناخته نشده اند و نقش آنها معلوم نیست.

DNA کروموزوم های ویروس ها نیز همواره چه در ذرات ویروسی و یا در هنگام تکثیر به پروتئین های خاصی متصل هستند. کروموزوم ویروس SV₄₀ دارای 24 نوکلئوزوم هیستون دار است که عیناً شبیه نوکلئوزوم های سلول های میزبان هستند (شکل).





کروموزوم SV₄₀ همراه با 24 نوکلئوزوم هیستونی آن. معمولاً چنین کروموزوم های کوچکی در نزدیک مبدا همانند سازی خود ناحیه ای فاقد نوکلئوزوم دارند.

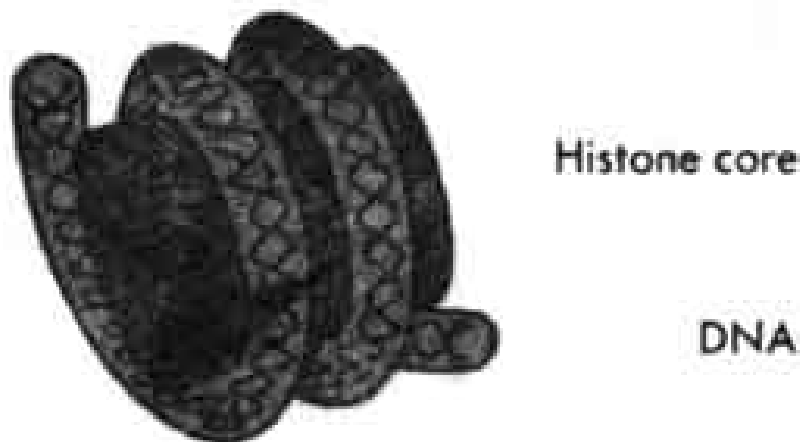
چنانچه اجزاء پروتئینی DNA و ویروس SV₄₀ جدا شوند DNA آن به صورت ابر مارپیچ منفی دیده می شود. برعکس، آدنووایروس ها از جمله ویروس های مهره داران هستند که فاقد پروتئین های هیستونی می باشند. ویروس های فوق اطلاعات مربوط به سنتز پروتئین های خاصی را دارند که مسئول بسته بندی DNA در پوشش پروتئینی آنها می شوند. چنانچه آدنووایروس در سلول میزبان قرار گیرد مولکول های

پروتئینی خود را آزاد ساخته و به اجزاء هیستونی که به DNA سلولی متصل بودند وصل می شوند.

مولکول DNA دوبار به دور هر نوکلئوزوم تاب می خورد

برای تشکیل نوکلئوزوم های سلول های یوکاریوتی قطعاتی به طول 200 جفت باز آلی که بصورت ابر

مارپیچ چپگرد می باشند دو بار دور هسته هیستونی تاب می خورند (شکل).



چرخش DNA به دور هسته هیستونی.

در هنگام تشکیل ابر مارپیچ مقداری انرژی آزاد می شود که به تشکیل پیوندهای هیدروژنی و یونی

بین مولکول DNA و هیستونها کمک می کند و از این طریق توازن نسبی بین انرژی آزاد شده و مصرف شده

وجود می آید. تعداد دورهای ابرمارپیچ در محلول لزوماً برابر کروماتین نیست. در کروماتین تعداد دورهای

مارپیچ مضاعف کمی بیشتر از محلول می باشد. به عبارت دیگر در کروماتین در هر دور مارپیچ 10 جفت باز

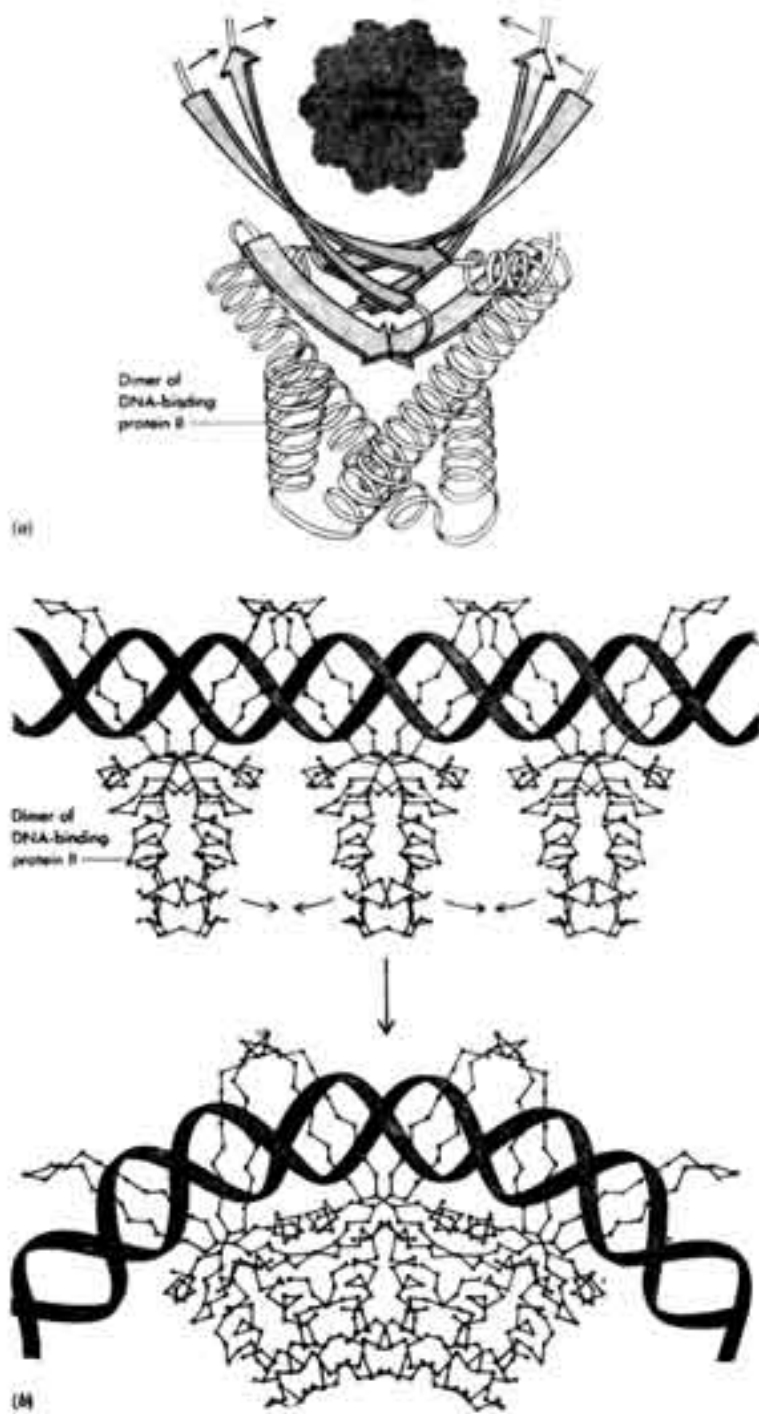
وجود دارد در حالی که در هر دور DNA در محلول 10/5 جفت باز موجود است.

سلول های پروکاریوتی دارای پروتئین های شبه هیستونی هستند که به *DNA* متصل

می شوند.

سالهای تصور بر این بود که *DNA* باکتری بر خلاف *DNA* یوکاریوت ها فاقد آرایش شبه کروماتین است ولی اخیراً با استفاده از روشهای دقیق تر قطعات کروموزومی متراکمی از *DNA* کلی باسیل یافت شده اند که آرایشی تسبیح مانند دارند و می توان پروتئین های شبه هیستونی را از آنها استخراج نمود. بدین ترتیب معلوم شده است که *DNA* باکتری با پروتئین های شبه هیستونی فوق اتصال می یابند و قطعاً وجود چنین پروتئین هایی برای بسته بندی منظم که لازمه عمل *DNA* است لازمند. وزن مولکولی یکی از این پروتئین ها (پروتئین II) که به صورت متبلور تهیه شده است برابر 9500 دالتون می باشد. زنجیره های فوق با اتصال به یکدیگر دیمرهایی حاوی بازوهای آرژینین بوجود می آورند که می توانند با فسفاتهای یک دور اسکلت *DNA* واکنش دهند. احتمال دارد دیمرهای فوق که در طول *DNA* پروکاریوتی مجاور یکدیگر قرار گرفته اند آرایش ماریچی داشته باشند و *DNA* در سطح خارجی آنها قرار گرفته باشد. (شکل).





زیر نویس شکل: پروتئین II کلی باسیل پروتئینی شبه هیستون است. (a): چگونگی اتصال دایمر این پروتئین به DNA

(تصویر به گونه ای رسم شده است که انگار ناظر از بالا به پایین ماریچ مضاعف نگاه می کند). (b) : پروتئین II سبب القاء

DNA به تشکیل ابرماریچ و ایجاد نوکلئوزوم می شود. تصور می گردد بازوهای این پروتئین ها از یک سو با DNA خود واکنش

نشان می دهند. در اتمهای دیگر مولکول های فوق جاذبه الکتروستاتیک سبب نزدیک شدن آنها به یکدیگر و در نتیجه خم

شدن *DNA* می شود. گمان می رود برای ایجاد یک دور ابر مارپیچ 8-10 پروتئین دimer و 100-80 جفت باز آلی نیاز باشد. برای

پرهیز از اشتباه در تجسم موقعیت دimerهای پروتئینی در اینجا *DNA* به صورت ابرمارپیچ نشان داده نشده است.

نکته جالب این است که درجه ابرمارپیچ شدن (یعنی تعداد دورهای مارپیچ به ازاء ده جفت باز) در

تمام ابر مارپیچ های طبیعی *DNA* صرف نظر از منبع آنها حدود 0/05 می باشد. این میتواند تا حدی دلیل

تشابه ساختمانی زیاد کروماتین پروکاریوتین پروکاریوت ها و یوکاریوت ها باشد.

