1. मॉड्यूल और इसकी संरचना

मॉड्यूल विस्तार	
विषय का नाम	जीव विज्ञान
पाठ्यक्रम का नाम	जीवविज्ञान 03 (कक्षा XII, छमाही-1)
मॉड्यूल का नाम / शीर्षक	डीएनए और आनुवांशिक पदार्थ की खोज- भाग 1
मॉड्यूल आईडी	lebo_10601
पूर्व-अपेक्षित	पात्रों चरित्रों की वंशागति के बारे में जानकारी
उद्देश्य	उद्देश्य इस पाठ का अध्ययन करने के बाद शिष्य इन सब को समझ पायेंगे • डिऑक्सीराइबोन्यूक्लिक अम्ल • डीएनए की संरचना • डीएनए का संवेष्टन • रूपांतरण परिवर्तन सिद्धांत • हर्शे-चेस प्रयोग • मूल सिद्धांत
मुख्य शब्द	न्यूक्लियोसाइड्स न्यूक्लियोटाइड फॉस्फोडाइस्टर कड़ी हिस्टोन अष्टलक नुक्लेओसोम यूक्रोमैटिन हेटेरोक्रोमैटिन रूपांतरण (परिवर्तन सिद्धांत जीवाणुभोजी

2. विकास दल

भूमिका	नाम	सम्बद्धता
राष्ट्रीय MOOC समन्वयक (NMC)	प्रो. अमरेंद्र पी बेहरा	सीआईईटी, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
कार्यक्रम के समन्वयक	डॉ. मो. ममूर अली	सीआईईटी, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
पाठ्यक्रम समन्वयक (सीसी) / पीआई	डॉ. चोंग वी शिमरे	डी.इ.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नई दिल्ली
पाठ्यक्रम सह समन्वयक/ सह-पी.आई.	डॉ. यश पॉल शर्मा	सी.आइ.इ.टी., एन.सी.ई.आर.टी., नई दिल्ली
विषय वस्तु विशेषज्ञ	श्री रीतेश कुमार	आर.पी.वी.वी., सिविल लाइंस, नई दिल्ली
समीक्षा दल	डॉ मधुमिता बनर्जी	रामजस कॉलेज, दिल्ली विश्वविद्यालय
अनुवादक	भूपिंदर धीर	स्कूल ऑफ साइंसेज, इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय

विषयसूची

1. परिचय
2. डीएनए और उसकी संरचना
3. डीएनए के द्विकुंडलित नमूने की संरचना
4. डीएनए कुंडलिनी का संवेष्टन
5. रूपांतरण परिवर्तन सिद्धांत
6. रूपांतरण परिवर्तन सिद्धांत का जैव रासायनिक निरूपण विवरण
7. हर्शेचेस प्रयोग
8. आनुवंशिक पदार्थ की मुख्य विशेषताएं
9. मूल सिद्धांत
10. सारांश

1. परिचय

मेंडल का का एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में विशेषताओं के वंशागति का प्रतिरुप जांनने में सहायक था लेकिन वंशाणु की रासायनिक प्रकृति या 'मर्कमालेन' जैसा मेंडेल उन्हें कहते थे बहुत समय तक भ्रांतिजनक रहे। ऐसा इसलिए है क्योंकि एक बड़ा सवाल था जिसका जवाब जानना था अर्थात् न्यूक्लिक अम्ल प्रोटीन या दोनों एक साथ आनुवंशिक जानकारी के संवाहक हैं। यह विवाद इस तथ्य पर आधारित था कि सुकेंद्रिक यूकेरियोटिक गुणसूत्रों में न्यूक्लिक अम्ल के साथ प्रोटीन भी होते हैं की शुरुआत के दौरान कई जीवविज्ञानियों का मत था कि प्रोटीन में न्यूक्लिक अम्ल की तुलना में अधिक विविधता होती है और इसलिए वंशाणु की विविधता को इस के लिए उत्तरदायी माना जा सकता है।

प्रयोगों की एक श्रृंखला ने साबित कर दिया कि अधिकांश जीवों में डिऑक्सीराइबोन्यूक्लिक अम्ल डीएनए आनुवंशिक पदार्थ है। दूसरे प्रकार का न्यूक्लिक अम्ल रिबोन्यूक्लिक अम्ल आरएनए कुछ विषाणुओँ में पाया जाने वाला आनुवंशिक पदार्थ होता है। इस खंड में हम चर्चा करेंगे कि वास्तव में डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक अम्ल क्या है इस जटिल अणु के एकलक क्या हैं और यह एकलक किस तरह से व्यवस्थित रहते हैं । हम उन प्रयोगों का भी अध्ययन करेंगे जो आनुवंशिक पदार्थ की प्रकृति को सिद्ध कर देंगे ।

2. डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक अम्ल डीएनए और उसकी संरचना

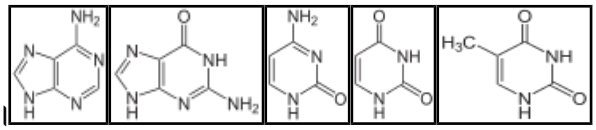
१८६९ में एक स्विस चिकित्सकए फ्रेडरिक मिसेचर ने घायल सैनिकों के मवाद से सफेद रक्त कोशिकाओं के केन्द्रक नाभिक से एक पदार्थ को अलग किया। पदार्थ में फास्फोरस की मात्रा अधिक थी और वह अम्लीय प्रकृति का था। क्योंकि पदार्थ प्रोटीन अपघटन प्रोटीन पाचन की प्रतिरोधक क्षमता रखता था मिसेचर ने यह निष्कर्ष निकाला कि यह एक प्रोटीन नहीं था बल्कि यह अनुभव किया की एक नए पदार्थ की खोज हुई है । क्योंकि पदार्थ केन्द्रक से उत्पन्न हुआ था उसका नाम 'नुक्लेइन' दिया गया । न्यूक्लिन की पहचान बाद में डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक अम्ल के रूप में हुई।

राइबोन्यूक्लिक अम्ल आरएनए नामक एक अन्य पोलीन्यूक्लियोटाइड को बाद में खोजा गया था। अधिकांश जीवों में डीएनए आनुवंशिक पदार्थ होता है लेकिन कुछ विषाणु उदाहरण-तम्बाकू मोज़ेक विषाणु टीएमवी मानव रोगक्षमपर्याप्तता विषाणु एचआईवी में आरएनए आनुवंशिक पदार्थ के रूप में होता

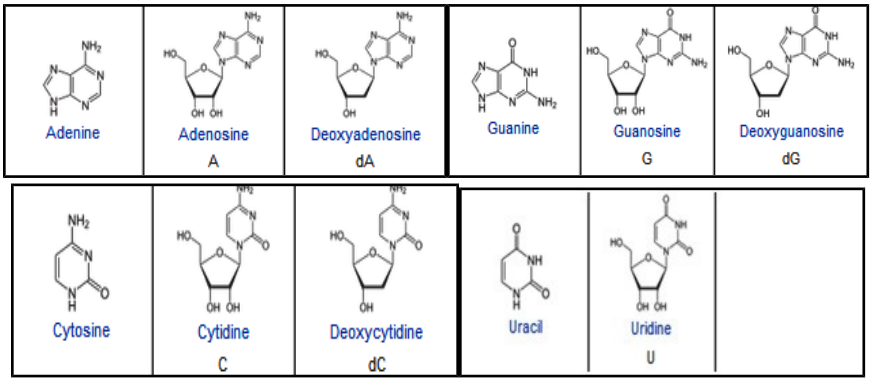
है। डीएनए एक द्विसूत्री कुंडलिनी तंतुमय डीओक्सीरिबोन्यूक्लियोटाइड्स का बहुलक है जो जीवों की कोशिकाओं में पाया जाता है । यह आमतौर पर सुकेंद्रिक जीवों की कोशिकाओं के केंद्रक में मौजूद होता है। डीएनए की कुछ मात्रा कोशिका अंगक जैसे की सूत्रकणिका और हरितलवक मैं भी पायी जाती है। अकेंद्रिक प्रोकेरियोट उदाहरण जीवाणु में एक संगठित केंद्रक मौजूद नहीं होता है तथा इन जीवों में डीएनए केंद्रकाभ क्षेत्र में और कोशिका द्रव्य में स्थित प्लास्मिड में मौजूद होता है। जीवों की जैविक जानकारी को संग्रहीत करने वाले डीएनए की लंबाई का अनुमान विभिन्न तरीकों से लगाया जा सकता है। इसे इस संदर्भ में मापा जा सकता है यदि डीएनए एकसूत्री होता है तो न्यूक्लियोटाइड्स की संख्या से उदाहरण जीवाणुभोजी जीवाणुभक्षी में ५३८६ न्यूक्लियोटाइड होते हैं क्षारक संख्या से यदि डीएनए द्विसूत्री है उदाहरण जीवाणुभोजी लैम्डा में क्षारक युग्म की संख्या ४८५०२ हैं एक अगुणित मानव कोशिका में क्षारक युग्म की संख्या लगभग ३.३ × १०^{९} क्षारक युग्म है और जीवाणु एशरिकिआ कोली में क्षारक युग्म की संख्या लगभग ४.६ × १०^{६} क्षारक युग्म है। जीवाणु में स्थित प्लास्मिड डीएनए की तुलना में अनुवांशिक जीनोमिक डीएनए छोटा होता है।

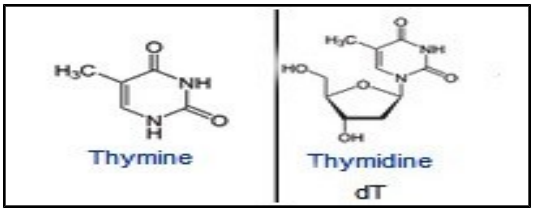
२.१ पॉलिन्यूक्लिओटाइड शृंखला की संरचना डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक अम्ल (डीएनए एक बहुलक है जो दोहराई जाने वाली इकाइयों एकलक से बना होता है जो एक साथ जुड़कर एक बनाते हैं । डीएनए तंतु लड़ में दोहराए जाने वाली इकाईयां एकलक न्यूक्लियोटाइड कहलाती हैं । एक दूसरे से सटे हुए या आसन्न न्यूक्लियोटाइड फॉस्फोडायस्टर आबन्ध द्वारा जुड़े हुए होते हैं । इसलिए डीएनए एक पोलीन्यूक्लियोटाइड है। न्यूक्लियोटाइड में तीन घटक होते हैंए एक नाइट्रोजनी आधार एक पेन्टोस शर्करा और एक फॉस्फेट भास्वीय लवण समूह।

नाइट्रोजनी आधार दो प्रकार के होते हैं-प्यूरीन और पाइरिमिडाइन। एडेनिन और गुआनिन दो प्रकार के प्यूरीन हैं और दोनों न्यूक्लिक अम्ल में पाए जाते हैं जबकि डीएनए में पाए जाने वाले पाइरीमिडीन हैं थाइमिन और साइटोसिन । डीएनए में पाए जाने वाले थाइमिन आरएनए में यूरैसिल तीसरे प्रकार के पिरिमिडीन से बदल दिया जाता है। थाइमिन और यूरैसिल बहुत समान अणु हैं-थाइमाइन है मिथाइल यूरैसिल

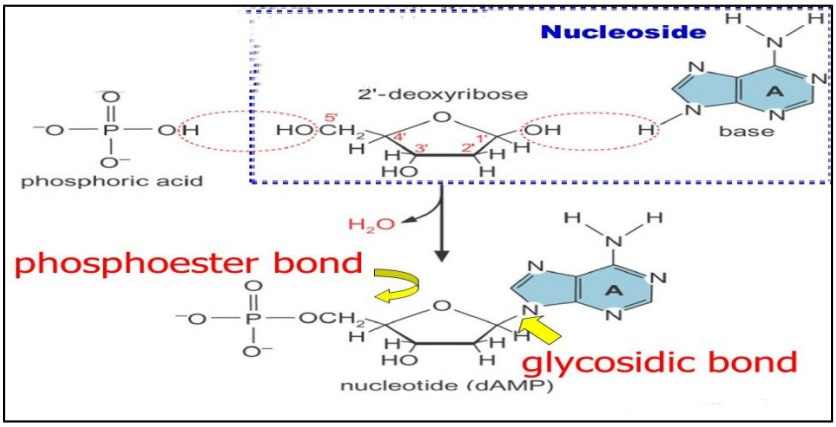


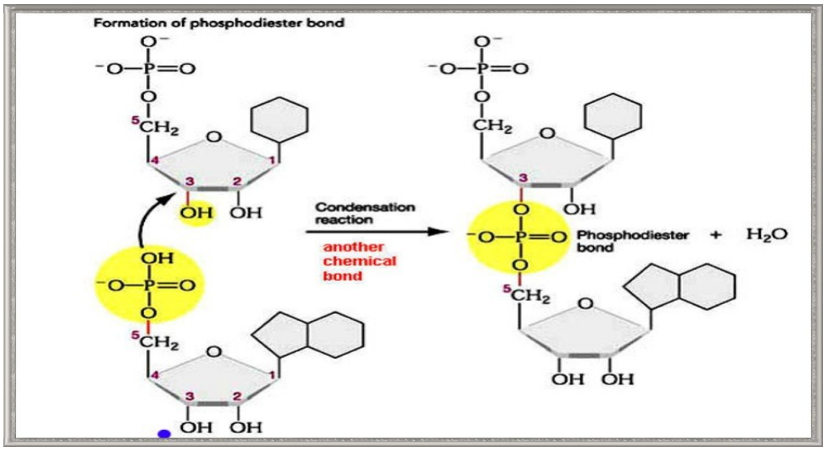
एडेनिन गुआनिन साइटोसिन यूरैसिल थाइमिन न्यूक्लियोसाइड तब बनता है जब नाइट्रोजनी आधार और पेन्टोस शर्करा शुगर डीएनए के मामले में डीऑक्सीराइबोस शर्करा और आरएनए के मामले में राइबोस शर्करा एनग्लाइकोसिडिक आबन्ध द्वारा एक दूसरे से जुड़ते हैं । डीएनए में पाए जाने वाले न्यूक्लियोसाइड्स हैं डीऑक्सीएडेनोसिनए डिऑक्सीग्वेनोसीन डीऑक्सीसिटिडाइन और डीओक्सीथाइमिडाइन ।





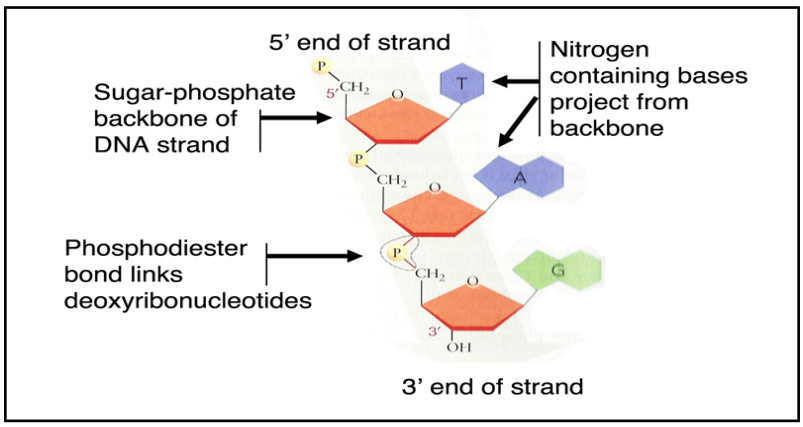
न्यूक्लियोटाइड तब बनता है जब फॉस्फेट समूह न्यूक्लियोसाइड के से फोस्फोएस्टर आबन्ध द्वारा जुड़ा होता है। डीएनए में चार र के न्यूक्लियोटाइड होते हैं।



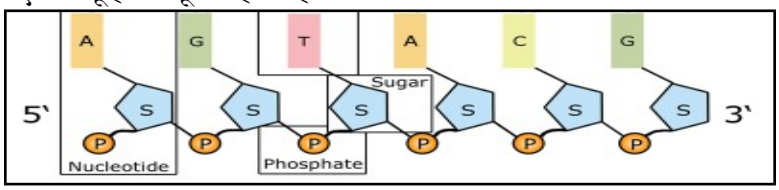


दो न्यूक्लियोटाइड्स फोड़िएस्टर कड़ी श्रृंखला के माध्यमसे जुड़कर डायन्यूक्लियोटाइड बनाते हैं। न्यूक्लियोटाइड्स की श्रृंखला से बनने वाले बहुलक फॉस्फोडाइस्टर कड़ी से जुड़े होते हैं जिसके राइबोस या डीऑक्सीराइबोस शर्करा पर एक मुक्त फॉस्फेट अर्धांश होती है इसीलिये इसे पॉलीन्यूक्लियोटाइड श्रृंखला का छोर कहा जाता है। इन न्यूक्लियोटाइड्स के राइबोस या डीऑक्सीराइबोस शर्करा के दूसरे छोर पर एक मुक्त ओएच समूह मौजूद होता है जिसे पॉलीन्यूक्लियोटाइड श्रृंखला का सिरा छोर कहा जाता है। पॉलीन्यूक्लियोटाइड श्रृंखला की प्रधान आश्रय पृष्ठवंश शर्करा और फॉस्फेट से बनती है।

नाइट्रोजनी आधार जो कि शर्करा अर्धांश से जुड़े होते हैं पृष्ठवंश से प्रक्षेपित रहता है ।



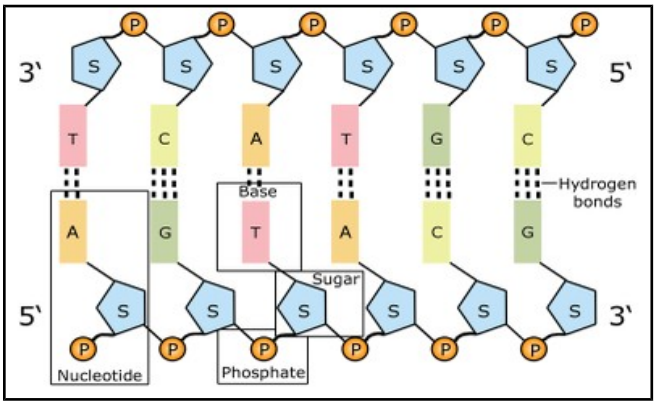
पॉलीन्यूक्लियोटाइड न्यूक्लियोटाइड्स की शृंखला की तरह दिखाई देता है जिसमे छोर पर फॉस्फेट होता है और छोर पर ओएच समूह मौजूद रहता है।



3. डीएनए का द्विकुंडलिनी नमूना:

फ्रेड्रिक मेस्चेर द्वारा नुक्लेइन की खोज आनुवंशिक अनुसंधान में एक बड़ी ऐतिहासिक उपलब्धि घटना मानी जाती है । १८८१ में अल्ब्रेक्ट कोसल एक जर्मन जीव रसायनज्ञ बायोकैमिस्ट ने न्यूक्लिन को न्यूक्लिकअम्ल के रूप में पहचाना इसका रासायनिक नाम डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक अम्ल डीएनए दिया तथा डीएनए और आरएनए में मौजूद न्यूक्लियोटाइड यानी एडेनिन ग्वानिन साइटोसिन थाइमिन और यूरैसिल भी अलग कर दिए। फ़ोबस लेवेने और एरविन चारगाफ जैसे वैज्ञानिकों द्वारा बाद में किये गए अनुसंधानों से डीएनए के बारे में नयी जानकारी विवरण सामने आयी । लेवेन ने निम्नलिखित की खोज की वह क्रम जिसमें एक एकल न्यूक्लियोटाइड के तीन घटक स्थित रहते हैं अर्थात् फॉस्फेट-शर्करा आधार आरएनए का कार्बोहाइड्रेट घटक राइबोस डीएनए का कार्बोहाइड्रेट घटक डीऑक्सीराइबोस जिस तरीके से आरएनए और डीएनए अणुओं को एक साथ रखा जाता है। रोजालिंड फ्रैंकलिन और मौरिस विल्किंस ने डीएनए तंतु के उच्च विभेदन रिज़ॉल्यूशन वाले एक्स-रे चित्र प्राप्त किए जो एक कॉर्कस्क्रू जैसी आकृति का सुझाव देते थे। लाइनस पॉलिंग द्वारा बहुत से प्रोटीन में पाये जाने वाले एक सूत्री अल्फा कुंडलित वक्रता की खोज ने जीव वैज्ञानिकों को डीएनए के कुंडलित रूप को समझने के लिए प्रेरित किया । १९५३ में डीएनए के एक द्विसूत्री कुंडलिनी तंतुमय नमूने को जेम्स वॉटसन और फ्रांसिस क्रिक द्वारा स्पष्ट किया गया जिसके लिए उन्हें मौरिस विल्किंस के साथ नोबेल पुरस्कार मिला। फ्रैंकलिन नोबेल पुरस्कार पाने से चूक गए क्योंकि पुरस्कार मरणोपरांत नहीं दिया जाता है। उनके द्वारा दिया गया डीएनए का नमूना इरविन चार्गफ रोजालिंड फ्रैंकलिन और मौरिस विल्किंस के परिज्ञान पर आधारित है । इरविन चार्गफ ने निष्कर्ष निकाला कि प्यूरिन की कुल संख्या और पिरिमिडिंस की कुल संख्या आमतौर पर बराबर होते हैं और एक के बराबर होते है । इस निष्कर्ष कोचार्गफ नियम के रूप में जाना जाता है। प्यूरिन की मात्रा पाइरिमिडाइन की मात्रा के बराबर है। हालांकि के बराबर नहीं हो सकता है। चार्गफ का नियम

जिसमे यह बताया गया कि और होता है वाटसन और क्रिक द्वारा बताये गए नमूने का आधार बना जिसने अन्योन्याश्रित नाइट्रोजनी आधारों के बीच क्षारक युग्मन का पूर्वानुमान लगाया । यह अद्वितीय क्षारक युग्मन गुण का क्षारक युग्मन हमेशा से और का क्षारक युग्मन के साथ है दूसरे सूत्रों के आधारों के बारे में अनुमान लगाने में मदद करता है जब एक सूत्र के आधारों के क्रम के बारे में हमें पता हो। फ्रेंकलिन और विल्किंस द्वारा किए गए एक्स रे क्रिस्टलोग्राफी कार्य ने प्रदर्शित किया कि दो शर्करा -फॉस्फेट के आधार या पृष्ठवंश अणु के बाहरस्थित रहते हैं । इससे वॉटसन और क्रिक द्वारा दिए गए डीएनए के नमूने की पुष्टि हुई की शर्करा फॉस्फेट के आधार या पृष्ठवंश ने एक द्विकुंडलिनी नमूने का गठन किया था जो कि प्रतिसमान्तर हैं यानि की डीएनए द्विकुंडलिनी में छोर एक स्थित एक डीएनए तंतु छोर पर स्थित अन्योन्याश्रित डीएनए तंतु से साथ जोड़ा बनता है । वाटसन और क्रिक द्वारा प्रस्तावित अधिकांश जीवित कोशिकाओं में सबसे पाए जाने वाली संरचना बी डीएनए के रूप में जानी जाती है। डीएनए की द्विकुंडलिनी संरचना को आमतौर पर जीवों में बी डीएनए के रूप में पाया जाता है इसमें निम्नलिखित विशेषताएं होती हैं ए यह दो पॉली न्यूक्लियोटाइड श्रृंखलाओं से युक्त होता है जहां आधार या पृष्ठवंश का गठन शर्करा फॉस्फेट द्वारा किया जाता है। नाइट्रोजनी आधार शर्करा -फॉस्फेट आधार या पृष्ठवंश के अंदर से बाहर की ओर निकले रहते हैं। दोनों श्रृंखलाओं में प्रतिसमान्तर विरोधी वृत्तियाँ होती हैं क्योंकि डीएनए में छोर पर स्थित एक डीएनए तंतु छोर पर स्थित अन्योन्याश्रित पूरक डीएनए तंतु के साथ जोड़ा बनाता है। फॉस्फेट समूह क्रमिक न्यूक्लियोटाइड को एक दूसरे के संपर्क में लाते हैं जब छोर पर स्थित नुक्लेओटीएड की शर्करा छोर छोर पर स्थित दूसरे नुक्लेओटीएड की शर्करा को एक दूसरे से से जोड़ती है । इस व्यवस्था के कारणए यदि एक श्रृंखला में ध्रुवता 5'-3' है तो

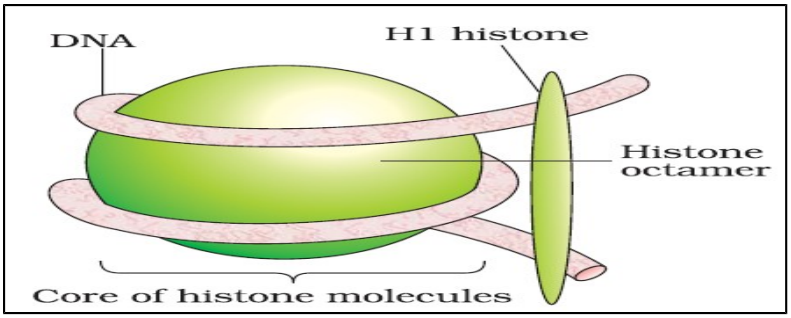


दूसरी में 3' - 5' की ध्रुवीयत है। दो सूत्र या तंतु में क्षार आधार को हाइड्रोजन आबंध एचआबंध के एडिनिन विपरीत सूत्र या तंतु के थाइमिन के साथ दो हाइड्रोजन आबंधों द्वारा जुड़ा रहता है और विपरीततया । उसी तरह गुआनिन विपरीत सूत्र या तंतु के साइटोसिन के साथ तीन हाइड्रोजन आबंधों द्वारा जुड़ा रहता है और विपरीततया। दो श्रृंखलायें दाहिनी ओर से कुंडलित रहती हैं यानि की अगर आप अपना दाहिना हाथ उठाते हैं अपने अंगूठे को ऊपर की तरफ करके तब आपका अंगूठा कुंडलित वक्रता के अक्ष को दर्शाता है । अब अगर आप अपनी उँगलियों को अंगूठे की ओर घुमाये तब आपकी उँगलियाँ शर्करा फॉस्फेट आधार या पृष्ठवंश को दर्शाती हैं जो की कुंडलित वक्रता को दाहिनी ओर से लपेटे रहती हैं। डीएनए और डीएनए के अन्य रूप दाहिनी ओर से कुंडलित वक्रता है । केवल एक प्रकार के डीएनए को जेड डीएनए कहलाता है जिसमें बाएं हाथ की ओर से कुंडलित वक्रता होता है। कुंडलित वक्रता की लंबाई कुंडलित वक्रता का एक पूरा मोड़ ३.४ नैनोमीटर है तथा एक घुमाव में लगभग दस क्षारक युग्म होते हैं । कुंडलित वक्रता में एक क्षारक युग्म के बीच की दूरी लगभग ०.३४ नैनोमीटर के बराबर है। कुंडलित वक्रता का व्यास २ नैनोमीटर है। यह स्थिर रहता है क्योंकि एक प्यूरीन प्यूरीन हमेशा एक पाइरीमिडीन के साथ जोड़ा बनाता है। द्विकुंडलिनी एक क्षारक युग्म का स्तर दूसरे क्षारक

युग्म के ऊपर स्थित रहता है। इस प्रकार क्षारक युग् का एक दूसरे के ऊपर स्थित रहना तथा हाइड्रोजन आबंध के साथ बंधे रहना कुंडलित संरचना को उच्च स्तर की स्थिरता प्रदान करता है। डीएनए के दो अन्य अनुरूपण हैं जो विशेष मामलों में होते हैं। यह हैं डीएनए के निर्जलित नमूनों में पाया जाने वाला एक छोटा और व्यापक रूप तथा कभी कभार सामान्य क्रियात्मक परिस्थितियों में ए-डीएनए कहलाता है। बायें ओर से अनुरूपित जो की डीएनए का एक क्षणिक रूप है कुछ जैविक गतिविधियों जैसे की विषाणु रोगों से सुरक्षा जैसी प्रतिक्रियाओं से बनता है ज़ेड -डीएनए कहलाता है (रिच एंड ज़ैंग २००३ ।

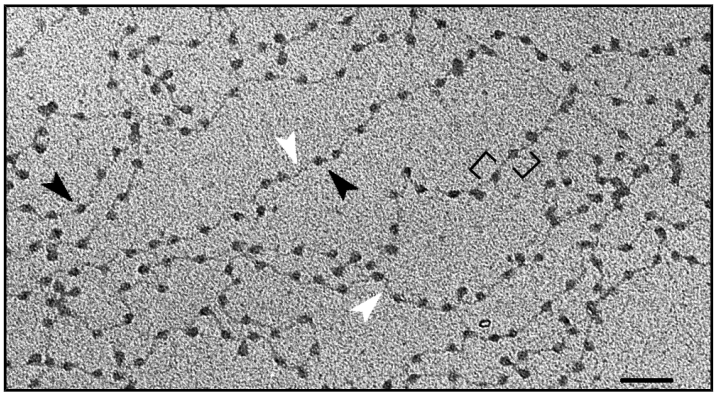
4. डीएनए कुंडली कुंडलित वक्रता का संवेष्टन

मानव के अगुणित वंशाणुओं के समूह शुक्राणुओं और ओवा में मौजूद में डीएनए के लगभग ३. ३ x १० ९ क्षारक युग्म होते हैं जो २३ गुणसूत्रों में संवेष्टित रहते हैं । मानव के वंशाणुओंका समूह द्विगुणित तत्व में ६. ६ x १०९ क्षारक युग्म है। दो क्रमानुगत क्षारक युग्म के बीच की दूरी 0. ३४ नैनोमीटर है (0. ३४ × १० −९ मीटर इसलिए एक विशिष्ट स्तनधारी कोशिका में द्विकुंडलिनी डीएनए की लंबाई लगभग ६. ६ × १० 9 क्षारक युग्म (bp) × 0. ३४ × १० −९ मीटर/क्षारक युग्म (bp)= 2.2 मीटर होती है। मानव शरीर में लगभग ५० ट्रिलियनद्ध यानि की ५०० खरब कोशिकाएं मौजूद होती हैं जो लगभग एक हज़ार खरब मीटर डीएनए के बराबर होता है यह बहुत ही अज़ीब और आश्चर्यजनक लगता है कि एक अकेले इंसान के पास सूर्य के पास जाने के लिये डीएनए की पर्याप्त लंबाई है जो पृथ्वी से १५० अरब मीटर दूर है और ३०० बार वापस आता है। यह पृथ्वी के भूमध्य रेखा को २.५ अरब बार घेर सकता है। डीएनए की इस भारी मात्रा का संवेष्टन करने के लिए बहुत ही जटिल और उलझे हुई यंत्रावली की आवश्यकता होती है। एक अधिक जटिल संगठन सुकेन्द्रिक कोशिकाओं में पाया जाता है जैसा कि नीचे उल्लेख किया गया है। डीएनए को नाकारात्मक रूप से प्रभारित रूप में देखा गया है क्योंकि उसमे फॉस्फेट समूह पृष्ठवंश में मौजूद रहते हैं । लाइसिन और आर्जिनिन नामक मूल अमीनो अम्ल की अधिकता के कारण हिस्टोन सकारात्मक रूप से प्रभारित प्रोटीन होता है। इन अमीनो अम्ल में पक्ष श्रृंखला सकारात्मक रूप से प्रभारित होती हैं। हिस्टोन को एच 1, एच 2, एच 2 बी, एच 3 और एच 4 के रूप में कहा जाता है। प्रत्येक प्रकार के दो हिस्टोन जिनमे एच 2 ए, एच 2 बी, एच 3 और एच 4 शामिल हैं एक प्रोटीन अष्टलक बनता है जिसके चारों ओर डीएनए लिपटा रहता है ताकि वह सुकेन्द्रिक कोशिका के केन्द्रक में समायोजित हो सके।



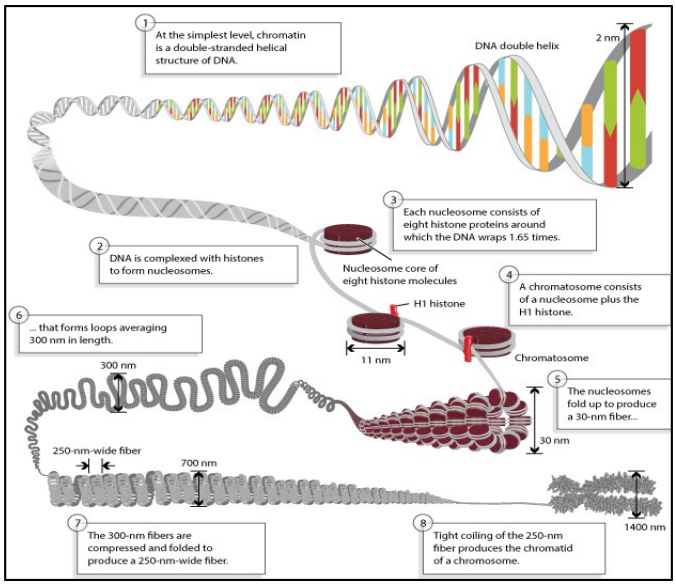
हिस्टोन डीएनए को मोड़ने के लिए विद्युत्स्थैतिक परस्पर क्रिया के रूप में ऊर्जा प्रदान करते हैं जिसके परिणामस्वरूप डीएनए प्रोटीन समष्टि का निर्माण होता है। क्रोमैटिन वर्णक्षक की दोहराई जाने वाली संरचनात्मक और कार्यात्मक इकाइयां 'नुक्लेओसोम' हैं जो नकारात्मक रूप से प्रभारित किए गए डीएनए के सकारात्मक रूप से प्रभारित हिस्टोन अष्टलक के चारों ओर आवरण से बनते हैं । एक न्यूक्लियोसोम में डीएनए के लगभग १.७ घुमाव होते हैं या लगभग १४६ क्षारक युग्म और एक एच हिस्टोन अन्य २० क्षारक युग्म का आवरण करता है । जिसके परिणामस्वरूप अष्टलक के इर्दगिर्द दो पूर्ण घुमाव बनते हैं और एक संरचना बनती है जिसे क्रोमैटोसोम कहा जाता है। हिस्टोन एच एक ताले के रूप में कार्य करता हैए जो डीएनए को उन बिन्दुओं पर बाँधे रखता है जहाँ पर वह न्यूक्लियोसोम में बाहर और अंदर प्रवेश करता

है । हजारों न्यूक्लियोसोम एक गुणसूत्र में मौजूद होते हैं। न्यूक्लियोसोम एक डीएनए के विस्तार जिसे संयोजक श्रंखल डीएनए कहते से जुड़ा रहता है । संयोजक श्रंखलक डीएनए की लंबाई प्रजातियों में और उसी जीव के ऊतकों के बीच परिवर्तनशील होती है । दो न्यूक्लियोसोम्स के बीच डीएनए मौजूद रहता है। इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी माइक्रोस्कोप के अंदर देखे जाने पर क्रोमैटिन में न्यूक्लियोसोम एक तार में पिरोए मोतियों जैसी संरचना दिखाते हैं ।

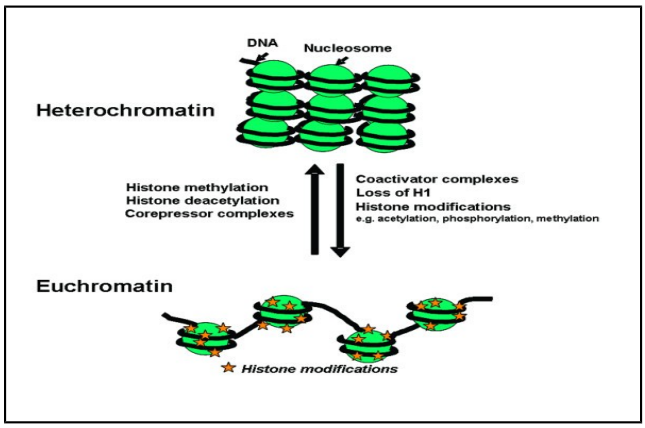


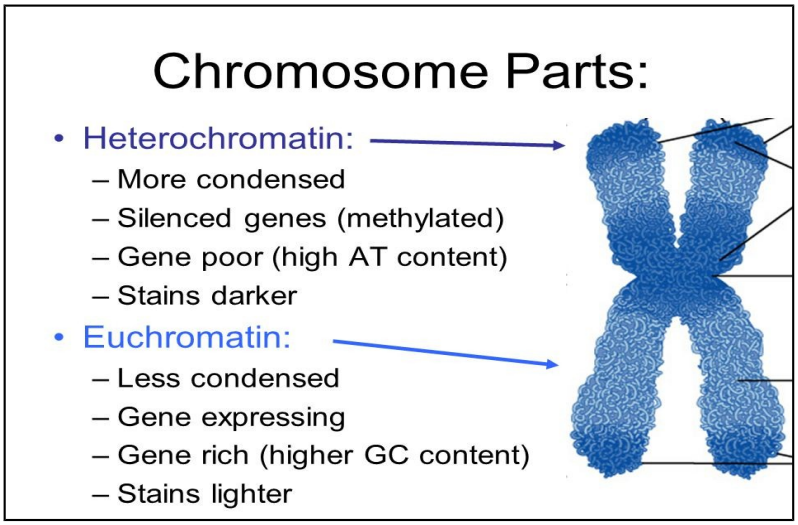
डीएनए के नुक्लेओसोम में संवेष्टन की वजह से क्रोमेटिन तंतु की लंबाई सात गुना छोटी हो जाती है । तंतु जिसमे नुक्लेओसोम होता है आगे कुंडलित हो जाने से वह एक छोटे मोटे से तंतु में परिवर्तित हो जाता है जिसका व्यास लगभग ३० नैनोमीटर होता है और वह ३० नैनोमीटर तंतु' या फिर परिनालिका संरचना कहलाता है । यह यह फिर से कोशिका विभाजन के मध्यावस्था में अतिरिक्त प्रोटीन जो सामूहिक रूप से गैर-हिस्टोन गुणसूत्री प्रोटीन कहलाते हैं की मदद से कुंडलित और घनीभूत होकर मध्यावस्था गुणसूत्र बनाते हैं। एक विशिष्ट केन्द्रक नाभिक के वर्णक्षक क्रोमैटिन में दो क्षेत्र होते हैं हेटेरोक्रोमैटिन और यूक्रोमैटिन सुवर्णिक। दो प्रकार के वर्णक्षक वंशाणुओं के समूह के कार्यात्मक और संरचनात्मक रूप से अलग-अलग क्षेत्र हैं।

हेटेरोक्रोमैटिन वर्णक्षक का मज़बूती से और सघनतापूर्वक बंधा हुआ क्षेत्र है जो अर्धसूत्रीविभाजन के दौरान पुनर्संयोजन से नहीं गुजरता है प्रतिलेखन आनुवांशिक जानकारी स्थानांतरण के रूप से निष्क्रिय है और गहरा दाग देता है। यूक्रोमैटिन वर्णक्षक का शिथिल रूप से बंधा हुआ और कम सघन क्षेत्र है जो अर्धसूत्रीविभाजन के दौरान पुनर्संयोजन से गुजरता है प्रतिलेखन आनुवांशिक जानकारी स्थानांतरण के रूप से सक्रिय है और हलका दाग देता है।



हिस्टोन एसिटिलीकरण हिस्टोन के ऊपर से सकारात्मक प्रभारों को हटा देता है जिससे डीएनए की तरफ उसके आकर्षण कास्तर काम हो जाता है जो नकारात्मक रूप से प्रभारित होता है जिससे वह खुल कर सीधा हो जाता है और इन क्षेत्रों में परिणामस्वरूप ज़्यादा सक्रिय प्रतिलेखन होता है जिन्हे यूक्रोमैटिन कहा जाता है। हिस्टोन या डीएनए का मेथिलन हिस्टोन बनाता है या डीएनए को अधिक जल विरोधी बनाता है जो उसके जलस्नेही वातावरण में गुच्छ बनाने का कारण बनता है और जिसके परिणामस्वरूप प्रतिलेखन के रूप से निष्क्रिय क्षेत्र बनते हैंजिसे हेटरोक्रोमैटिन कहा जाता है।

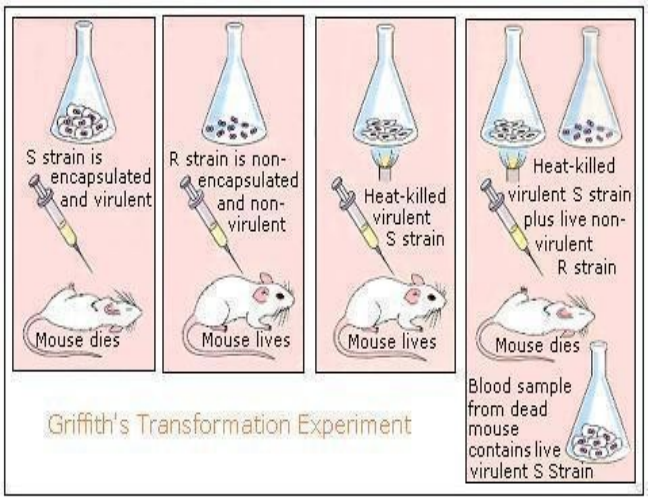




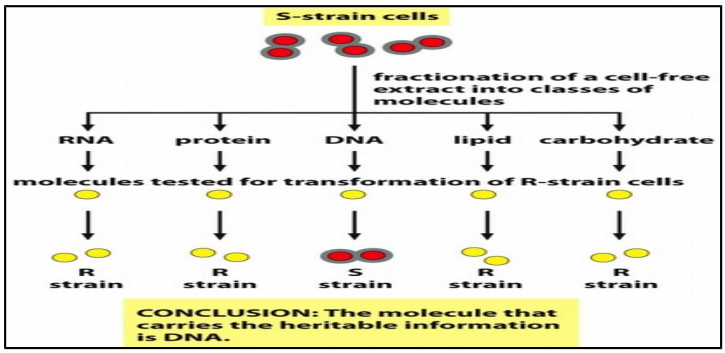
फ्रेडरिक ग्रिफ़िथ द्वारा दिया गया रूपांतरण सिद्धांत का मूल प्रयोग १९२८ में फ्रेडरिक ग्रिफ़िथ ने स्ट्रेप्टोकोकस न्यूमोनिया नामक जीवाणु जो की निमोनिया रोग के लिए जिम्मेदार होता है के साथ प्रयोगों की एक श्रृंखला को किया । जीवाणु को डिप्लोकॉकस न्यूमोनिया या न्यूमोकोकस जीवाणु बैक्टीरिया भी कहा जाता है। ग्रिफिथ ने अपने प्रयोग के दौरान बैक्टीरिया में एक चमत्कारी बदलाव देखा जिसमें जीवाणु ने अपना दैहिक रूप बदल लिया जब उसने डीएनए को रूपांतरण क्रिया द्वारा प्राप्त किया । न्यूमोकोकस जीवाणु स्वाभाविक रूप से दो रूपों में पाए जाते है -विषमय संक्रामक एस उपभेद या सपाट उपभेद रूप जिसमें एक समतल बहुशर्करा संक्षेपण खोल होता है औरएक संवर्धन माध्यम पर चिकनी बस्तियों का निर्माण करता है। संक्षेपण खोल उस उपभेद को चूहों की सफेद रक्त कोशिकाएं डब्लूबीसी निम्नीकरण के लिये प्रतिरोधी बनाता है और इसलिए सपाट चिकना उपभेद संक्रमण का कारण बनता है।

अन्यप्रकार गैर विषमय असंक्रामक आर उपभेद या असमतल या असमतल उपभेद में बहुशर्करा संक्षेपण खोल नहीं होता है तथा संवर्धन माध्यम पर असमतल बस्तियों का निर्माण करता है। आर उपभेद असंक्रामक होते हैं यह चूहों की सफेद रक्त कोशिकाएं डब्लूबीसी आर उपभेद जीवाणु को नष्ट कर देते हैं।

न्यूमोकॉकस जीवाणु के एस- उपभेद को जब चूहे में अंतक्षिप्त किया गया तो वह कुछ ही दिनों में न्यूमोनिक संक्रमण केकारण मर जाते हैं। आर उपभेद वाले जीवाणु को जब चूहे में अंतक्षिप्त किया गया तो वह जीवित रहे क्योंकि चूहों की प्रतिरक्षा प्रणाली आर उपभेद वाले जीवाणु को नष्टकर देती है। गर्मी ऊष्मा से मारे गए एस उपभेद को जब चूहे में अंतक्षिप्त किया गया तो वह चूहे भी जीवित रहे । बहुशर्करा की आणविक संरचना के आधार पर आर और एस उपभेदों को आगे आदि प्रकारों के रूप में वर्गीकृत किया गया है। जब ग्रिफ़िथ ने ऊष्मा से मारे गए एस उपभेद और एक जीवितलेकिन गैर विषमय असंक्रामक के मिश्रण को चूहे में अंतक्षिप्त किया। उन्हें आश्चर्य हुआ कि संयोजन ने घातक परिणाम उत्पन्न किए। वह आश्चर्यचकित रह गए जब उन्होंने यह यह पाया कि संक्रमित चूहे में एस उपभेद जीवाणु के जीवित अंश थे। ग्रिफ़िथ ने निष्कर्ष निकाला कि आर उपभेद गैर विषमय असंक्रामक जीवाणु किसी तरह से ऊष्मा से मारे गए एस उपभेद जीवाणु द्वारा बदल दिया गया था। यह उत्परिवर्तन की वजह से नहीं था जैसा की आर उपभेद में देखा गया है की उन्हें जीवाणु जो की एस उपभेद उत्परिवर्तन से बना है से बचाया जा सकता है। उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि रूपान्तरण तब हुआ होगा जब अनुवांशिक पदार्थ का स्थानांतरण ऊष्मा से मारे गए एस उपभेदसे आर उपभेद में हुआ होगा । उन्होंने यह परिकल्पना की कि कुछ परिवर्तन सिद्धांत' ने आर उपभेद को सक्षम किया की वह एक समतल बहुशर्करा आवरण बनाये और संक्रामक एस उपभेदमें बदल जाये। उन्होंने इस प्रक्रिया को रूपान्तरण का नाम दिया।

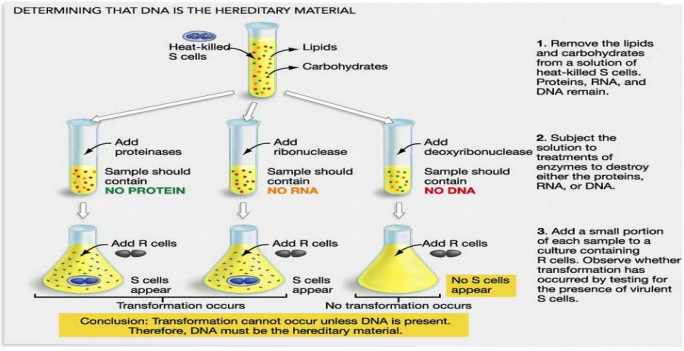


हालांकि वह अपने प्रयोगों के माध्यम से रूपांतरित पदार्थ की जैव रासायनिक प्रकृति के बारे में बताने में सक्षम नहीं १९४४ में एवरी मेक्लोड मैके के दल ने ग्रिफिथ के प्रयोग का आंकलन किया और रूपांतरण करने वाले सिद्धांत के जैव रासयनिक प्रकृति को जांनने की कोशिश की ।उन्होंने न्यूक्लियॉइड से विशुद्ध डीएनए प्रोटीन आरएनए और अन्य पदार्थों को ऊष्मा से मारे गए एस उपभेद जीवाणु स्ट्रेप्टोकोकस न्यूमोनिया से निकाला और आर उपभेद जीवाणु विभिन्न पदार्थों के साथ मिलाया। उन्होंने पाया कि केवल वह आर उपभेद जीवाणु जिन्हें ऊष्मा से मारे एस उपभेद जीवाणु के डीएनए से मिलाया गया था वह एस उपभेद जीवाणु में बदल गये । प्रयोगों में चूहों के बजाय एक परीक्षण नली परखनली का प्रयोग किया गया था।



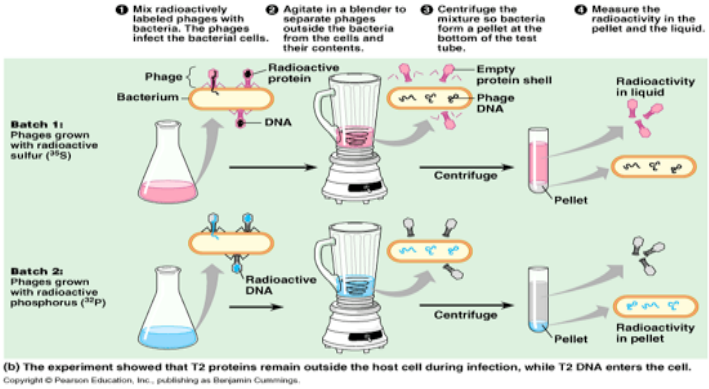
अन्य प्रयोगों में एक और सेट में ऊष्मा से मारे गए एस उपभेद प्रोटीएस एंजाइम जो प्रोटीन को तोड़ता है आर अनेस एंजाइम जो राइबोन्यूक्लिक अम्ल को तोड़ता है और डीएनए ऐस डीएनए को तोड़ने वाला एंजाइम। एस उपभेद जिसे व्यक्तिगत रूप से अलग एंजाइम किण्वक के साथ संसाधित किया गया थाए उन्हें तीन अलग अलग परीक्षण नली परखनली में लिया गया था और जीवित आर उपभेद जीवाणु के संपर्क में लाया गया था। मिश्रण को संवर्धन के लिए समुद्रघास्य माध्यम पर रखा गया ।

परिणाम इस प्रकार थे ऊष्मा से मारे गए एस उपभेद+ जीवित आर उपभेद एस बस्तियों को संवर्धन माध्यम पर देखा गया ऊष्मा से मारे गए एस उपभेद जीवित आर उपभेद+ आर अनेस एस बस्तियों को संवर्धन माध्यम पर देखा गया ऊष्मा से मारे गए एस उपभेद+ जीवित आर उपभेद+ डीएनए ऐस बस्तियों को संवर्धन माध्यम पर नहीं देखा गया निष्कर्ष आर उपभेद का एस उपभेद में परिवर्तन परीक्षण नली १ और २ में देखा गया । परीक्षण नली ३ में कोई परिवर्तन नहीं हुआ क्योंकि डीएनए का निम्नीकरण एंजाइम डीएनए ऐस द्वारा हो गया था।



इसलिए उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि डीएनए एक रूपांतरण सिद्धांत या रूपांतरण कारक है ना कि प्रोटीन आरएनए या कोई अन्य पदार्थ । हर्षे चेस प्रयोग १९५२ में अल्फ्रेड हर्षे और मार्था ने टी जीवाणुभोजी बैक्टीरियोफेज पर कार्य किया और निर्णायक रूप से यह साबित किया कि जीवों में मौजूद आनुवंशिक पदार्थ डीएनए है। जीवाणुभोजी वह विषाणु होते हैं जो जीवाणु कोशिका से जुड़े रहते हैं अपने आनुवंशिक पदार्थ को जीवाणु में डालकर अंतर्गत कर उन्हें संक्रमित कर देते हैं । जीवाणु विषाणु के आनुवंशिक पदार्थ को अपना मानता है और अधिक कणों विषाणु का निर्माण करता है। उन्होंने पहले कुछ विषाणुओं को रेडियोधर्मी गंधक सल्फर एस ३५ वाले साधन में विकसित किया और कुछ अन्य विषाणुओं को रेडियोधर्मी फॉस्फोरस पी ३२ वाले साधन में । रेडियोधर्मी गंधक एस ३५ विशेष रूप से प्रोटीन विषाणु आवरण में सम्मिलित हो जाता है जबकि रेडियोधर्मी फॉस्फोरस पी ३२ विशेष रूप से विषाणु के डीएनए में सम्मिलित

हो जाता है। उनके प्रयोग को हर्षे चेस ब्लेंडर प्रयोग के रूप में भी जाना जाता है। यह प्रयोग तीन चरणों में किया गया था संक्रमण जीवाणु दो प्रकार के विषाणुओं से संक्रमित थे विषाणु जिनका प्रोटीन आवरण एस ३५ से रेडियो-अंकितक होता है। विषाणु जिनका डीएनए एस ३२ से रेडियो अंकितक होता है। सम्मिश्रण यह विषाणु प्रोटीन आवरण को जीवाणु कोशिका से अलग करने के लिए किया गया था। इस प्रक्रिया से विषाणु प्रोटीन जीवाणु कोशिका से बाहर निकल आता है। अपकेंद्रीकरण यह अधिप्लवी से विषाणु प्रोटीन को अलग करने के लिए किया और जीवाणु कोशिकायें नीचे गोली/गुटिका बनाती हैं । परिणाम विश्लेषण करने पर उन्होंने पाया कि एस ३५ की अधिकांश रेडियोधर्मिता विषाणु आवरण के साथ अधिप्लवी में थी जबकि पी ३२ की अधिकांश रेडियोधर्मिता जीवाणु के साथ गोली गुटिका में थी। उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि प्रोटीन जीवाणु में प्रवेश नहीं किये लेकिन डीएनए जीवाणु में प्रवेश कर गया

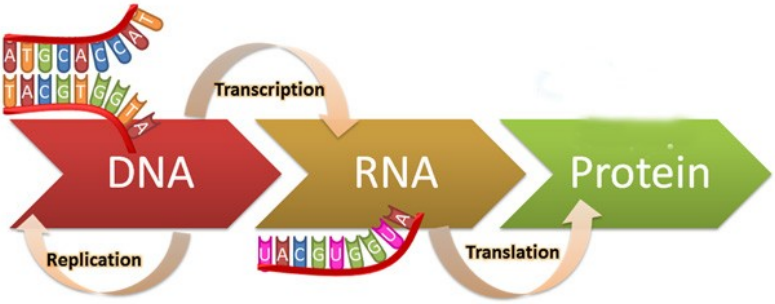


(b) The experiment showed that T2 proteins remain outside the host cell during infection, while T2 DNA enters the cell.
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

आनुवंशिक पदार्थ की विशेषताएं आनुवांशिक सामग्री की विशेषताएं यानी वह पदार्थ जो किसी क्रियात्मक जीवित जीव को विरासत में मिली विशेषताओं को निर्धारित करता है हैं यह अपनी प्रतिरूप प्रतिकृति को उत्पन्न करने में सक्षम होना चाहिए। यह रासायनिक और संरचनात्मक रूप से स्थिर होना चाहिए। वह धीमे से होने वाले बदलाव उत्परिवर्तन जो क्रमागत उन्नति के लिए आवश्यक है के लिए अवसर प्रदान करता हो । यह स्वयं को 'मेंडेलियन पात्रों' के रूप में व्यक्त करने में सक्षम होना चाहिए।

9. मूल सिद्धांत

आणविक जीव विज्ञान का मूल सिद्धांत क्षारक युग्मों की पूरकता के आधार पर फ्रांसिस क्रिक द्वारा प्रस्तावित किया गया था । यह दो चरणों वाली प्रक्रिया का वर्णन करता है प्रतिलेखन आरएनए से डीएनए की उत्पति और रूपांतरण आरएनए से प्रोटीन की उत्पति जिसके द्वारा वंशाणुओँ में स्थित जानकारी एम आरएनए तक पहुँच जाती है प्रतिलेखन और आगे प्रोटीन तक पहुँच जाती है रूपांतरण । अत आरएनए विषाणुओं में जहाँ वंशाणुओँ का समूहआरएनए से बना है आरएनए ही विपरीत प्रतिलेखन की प्रक्रिया द्वारा प्रतिलेखित होकर डीएनए बनाता है । विपरीत उत्क्रम प्रतिलेखन के लिए उत्क्रम ट्रान्सक्रिप्टेज़ नामक एक एंजाइम की आवश्यकता होती है जिसकी खोज टेमिन और बाल्टिमोर द्वारा की गयी थी।



10. सारांश

डीएनए एक द्विकुंडलिनी है जिसमे शर्करा फॉस्फेट पृष्ठवंश मेरुदण्डद्ध और नाइट्रोजनी आधार हैं जो कि अंदर की बंधों द्वारा एक दूसरे के साथ जुड़े रहते हैं। वाटसन और क्रिक द्वारा डीएनए की संरचना की खोज आणविक जीव विज्ञान के इतिहास में एक नया मोड़ था। डीएनए एक न्यूक्लियोटाइड्स का एक लंबा बहुलक है जो कोशिकाओं के नाभिक के भीतर सकारात्मक रूप से प्रभारित मूलभूत प्रोटीन जिन्हें हिस्टोन कहा जाता है से भरा हुआ रहता है । आनुवंशिक पदार्थ की खोज ने ग्रिफ़िथ को एक परिवर्तनकारी सिद्धांत को ढूंढ़ने में मदद की जो की जीवाणु के परिवर्तन के लिए जिम्मेदार था। परिवर्तनकारी सिद्धांत की जैव रासायनिक प्रकृति का खुलासा एवरीए मैकलॉड और मैकार्थी नामक तीन वैज्ञानिकों द्वारा किए गए प्रयोगों से हुआ था । हालांकि ए डीएनए आनुवंशिक पदार्थ है का निर्णायक प्रमाण ब्लेंडर प्रयोग से आया था जिसे अल्फ्रेड हर्शे और मार्था चेस द्वारा किया गया थाए जिसने बहुत सारे विवादों को शांत कर दिया था जो कि जीवित जीवों में मौजूद आनुवंशिक पदार्थ की प्रकृति के बारे में थे । डीएनए को सबसे उपयुक्त आनुवांशिक पदार्थ माना जाता है जो इसकी विशेषताओं के कारण है। मूल सिद्धांत को फ्रांसिस क्रिक द्वारा एक जैविक प्रणाली के भीतर आनुवंशिक जानकारी के प्रवाह की व्याख्या करने के लिए प्रस्तावित किया गया था जो प्रोटीन का निर्माण करता है और जीवित जीवों में एक विशेष चरित्र को व्यक्त करने में मदद करता है।