

Polymerase Chain Reaction (PCR)

تفاعل البلمرة التسلسلي (الإسترداد)

- PCR is a means to amplify a particular piece of DNA
 - تفاعل البلمرة التسلسلي يعني التضخيم العددي لجزء محدد من الدنا
 - *Amplify= making numerous copies of a segment of DNA*
 - التضخم العددي=الحصول على عدد كبير من النسخ من قطعة محددة من الدنا
- PCR can make *billions* of copies of a target sequence of DNA in a few hours
 - يمكن بواسطة التفاعل الحصول على بلايين النسخ من السلسلة المحددة في ساعات قليلة
- PCR was invented in the 1984 as a way to make numerous copies of DNA fragments in the laboratory
 - أكتشف التفاعل في العام 1984 كطريقة للحصول على عديد النسخ من الدنا في المعمل
- Its applications are vast and PCR is now an integral part of Molecular Biology
 - تطبيقاته واسعة وهذا التفاعل الآن جزء تكميلي للأحياء الجزيئية

DNA Replication vs. PCR

تضاعف الدنا والتفاعل التسلسلي

- PCR is a laboratory version of DNA Replication in cells

• التفاعل التسلسلي هو النسخة المعملية لتضاعف الدنا في الخلايا

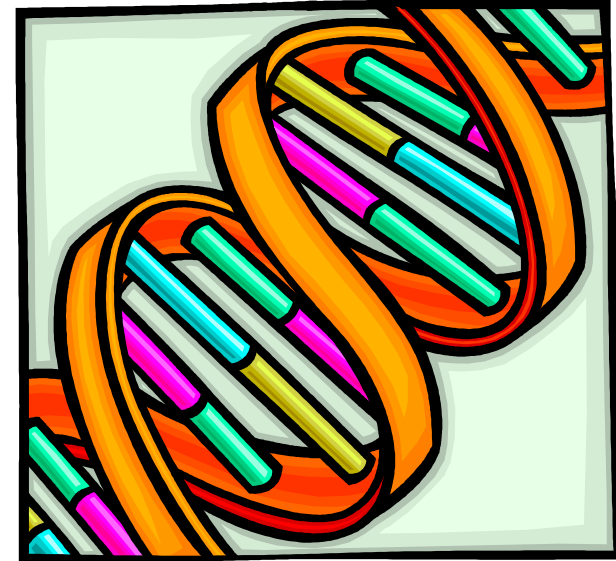
- The laboratory version is commonly called “*in vitro*” since it occurs in a test tube while “*in vivo*” signifies occurring in a living cell

• النسخة المعملية تعرف بالتفاعل الخارجي حيث أنه يتم في أنابيب إختبار بينما التفاعل الداخلي يتم داخل الجسم

DNA Replication in Cells (*in vivo*)

تضاعف الدنا في الخلايا (التفاعل الداخلي)

- DNA replication is the copying of DNA
تضاعف الدنا هو نسخ للدنا
- It typically takes a cell just a few hours to copy all of its DNA
يتم هذا التضاعف بأخذ الخلية لساعات قليلة لنسخ كل الدنا فيها
- DNA replication is semi-conservative (i.e. one strand of the DNA is used as the template for the growth of a new DNA strand)
تضاعف الدنا يشابه المحافظة (يستخدم خيط واحد من الدنا كأساس لنمو خيط جديد من الدنا)
- This process occurs with very few errors (on average there is one error per 1 billion nucleotides copied)
تتم هذه الخطوة بأخطاء لا تكاد تذكر حيث يصل نسبة 1:1000000000 من النيكليتيدات المنسوخة
- More than a dozen enzymes and proteins participate in DNA replication
أكثر من ستة من الإنزيمات والبروتينات تشترك في هذا التفاعل



Key enzymes involved in DNA Replication

الإنزيمات المفتاحية المستخدمة في تضاعف الدنا

- DNA Polymerase • البولي ميريز
- DNA Ligase • الليقير (القيد)
- Primase • البرايميز
- Helicase • الهليكير
- Topoisomerase • التوبواسوميريز
- Single strand binding protein • خيط بروتيني أحادي رابط

DNA Replication enzymes

إنزيمات تضاعف الدنا

1- DNA Polymerase

1- إنزيم بولي ميريز الدنا

- catalyzes the elongation of DNA by adding nucleoside triphosphates to the 3' end of the growing strand
 - يحفز إستطالة الدنا بإضافة نيكليوسايد ثلاثي الفوسفات للنهاية 3' من الخيط النامي
 - A nucleotide triphosphate is a 1 sugar + 1 base + 3 phosphates
 - النيكليوتيدة ثلاثية الفوسفات هي عبارة عن جزي سكر + قاعدة نيتروجينية + ثلاث جزيئات فوسفات
 - When a nucleoside triphosphate joins the DNA strand, two phosphates are removed
 - عند إضافة نيكليوسايد ثلاثي الفوسفات لخيط الدنا يزاح جزيئين من الفوسفات
- DNA polymerase can *only* add nucleotides to 3' end of growing strand
 - يمكن لبولي ميريز الدنا إضافة النيكليوسايد فقط للنهاية 3' من الخيط النامي

Complementary Base-Pairing in DNA

الزوج القاعدي المكمل في الدنا

- DNA is a double helix, made up of nucleotides, with a sugar-phosphate backbone on the outside of the helix
- الدنا هو عبارة عن خيط حلزوني مزدوج مكون من نكليوتيدات ذات هيكل من السكر-الفوسفات داعم خارج الحلزون
 - *Note: a nucleotide is a sugar + phosphate + nitrogenous base*
 - ملاحظة: النكليوتيدة عبارة عن سكر+مجموعة فوسفات+قاعدة نيتروجينية
- The two strands of DNA are held together by pairs of nitrogenous bases that are attached to each other via hydrogen bonds
- خيطي الدنا محمولين مع بعض بزوجين من القواعد النيتروجينية مرتبطين بواسطة روابط هيدروجينية
 - The nitrogenous base adenine will only pair with thymine
 - تتزوج القاعدة النيتروجينية الأدينين فقط مع الثيامين
 - The nitrogenous base guanine will only pair with cytosine
 - تتزوج القاعدة النيتروجينية القوانين مع الستوسين

During replication, once the DNA strands are separated, DNA polymerase uses each strand as a template to synthesize new strands of DNA with the precise, complementary order of nucleotides

أثناء التضاعف، عندما يفرد خيطا الدنا، يستخدم البوليميراز كل خيط كأساس لتصنيع خيوط جديدة من الدنا بنكوتيدات دقيقة وبترتيب تكاملي

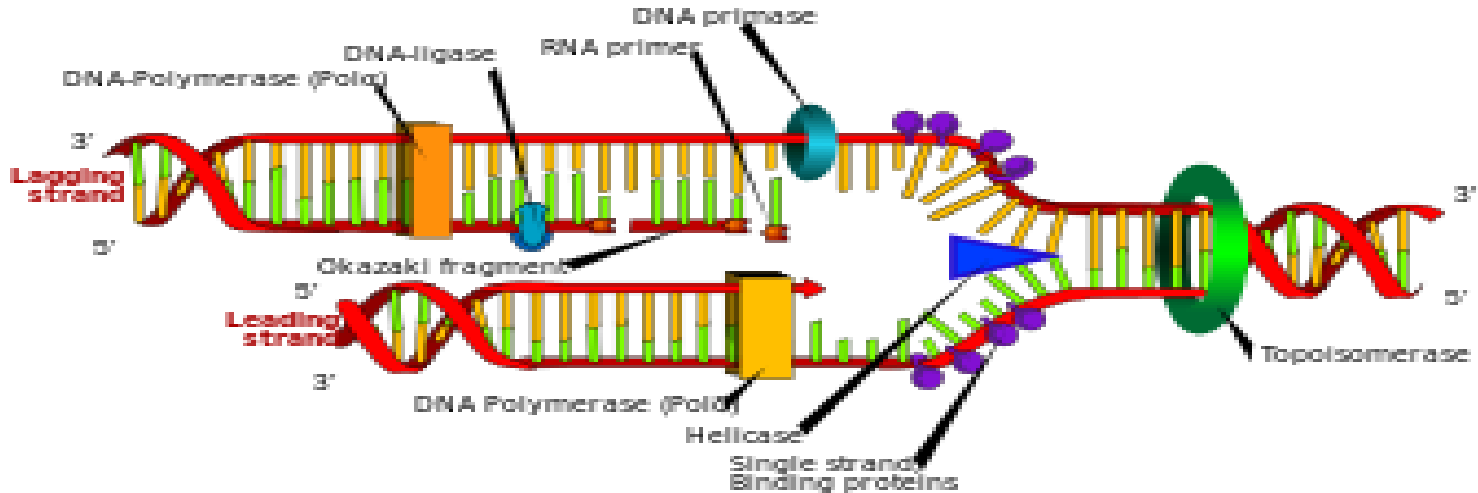
2- DNA Ligase

-2 إنزيم القيد

- The two strands of DNA in a double helix are antiparallel (i.e. they are oriented in opposite directions with one strand oriented from 5' to 3' and the other strand oriented from 3' to 5')
- خيطي الدنا في الحلزون المزدوج هما متوازيان عكسياً (أي، موجهان في إتجاهين متعاكسين بحيث أن أحد الخيوط موجه من النهاية 5' الى النهاية 3' والآخر عكسه)
- *5' and 3' refer to the numbers assigned to the carbons in the 5 carbon sugar*
- 5' و 3' تشير الى الأعداد المخصصة الى ذرات الكربون الخمس في السكر

Given the antiparallel nature of DNA and the fact that DNA polymerases can only add nucleotides to the 3' end, one strand (referred to as the leading strand) of DNA is synthesized continuously and the other strand (referred to as the lagging strand) is synthesized in fragments (called Okazaki fragments) that are joined together by DNA ligase

باعتبار طبيعة التوازي العكسي للدنا وحقيقة أن إنزيم البولي ميريز يمكنه إضافة نيكلويتيدات فقط الى النهاية 3'، خيط واحد (يشار اليه بالخيط الرئيس) من الدنا يصنع بشكل متواصل (اي غير مجزء-غير متقطع) بينما الخيط الآخر (يشار اليه بالخيط العازل) يصنع كأجزاء (تسمى أجزاء أوكازاكي) يتم ضمها لبعضها بواسطة إنزيم القيد



3- Primase

3- إنزيم البرايميز

- DNA Polymerase *cannot* initiate the synthesis of DNA

• لا يمكن لإنزيم البوليميراز المبادرة بتصنيع الدنا

- Remember that DNA polymerase can *only* add nucleotides to 3' end of an already existing strand of DNA

• تذكر أن إنزيم بوليميراز الدنا يمكنه إضافة نيكليوتيدات للنهاية 3' فقط لخيط موجود مسبقاً

3- Primase

3- إنزيم البرايميز

In humans, primase is the enzyme that can start an RNA chain from scratch and it creates a primer (a short stretch RNA with an available 3' end) that DNA polymerase can add nucleotides to during replication

في الإنسان، يمكن لإنزيم البرايميز بداية سلسلة رنا من خدش وبالتالي تكوين بادئة (إمتداد قصير من الرنا له نهاية 3')

Note that the RNA primer is subsequently replaced with DNA

لاحظ أن بادئة الرنا يتم إحلالها بعد ذلك بالدنا

Helicase, Topoisomerase and Single-strand binding protein

الهليكيز، التوبوأسوميريز والخيط البروتيني أحادي الرابط

- Helicase untwists the two parallel DNA strands
 - إنزيم الهليكيز يعمل على حل إتفاف الخيطين المتوازيين للدنا
- Topoisomerase relieves the stress of this twisting
 - إنزيم التوبوأسوميريز: يعمل على تخفيف الإجهاد الناتج من الإلتفاف
- Single-strand binding protein binds to and stabilizes the unpaired DNA strands
 - الخيط البروتيني أحادي الرابط: يرتبط مع ويعمل على إستقرار خيطي الدنا غير المتزاوجين

PCR: the *in vitro* version of DNA Replication

الإسترداد: تضاعف الدنا الخارجي

The following components are needed to perform PCR in the laboratory:

المكونات التالية يُحتاج إليها لتفاعل الإسترداد

- 1) DNA (your DNA of interest that contains the target sequence you wish to copy)

1- دنا (يحتوي على السلسلة المحددة)

- 1) A heat-stable DNA Polymerase (like Taq Polymerase)

2) بولي ميريز مستقر حرارياً مثل تاك بولي ميريز

- 3) All four nucleotide triphosphates

3- كل النيكليوتيدات ثلاثية الفوسفات

- 1) Buffers

4- بافر

- 1) Two short, single-stranded DNA molecules that serve as primers

5- جزيئات دنا أحادية السلسلة قصيرة لتعمل كبادئات

- 1) Thin walled tubes

6- أنابيب دقيقة

- 1) Thermal cycler (a device that can change temperatures dramatically in a very short period of time)

7- جهاز البلمرة (جهاز يمكنه تغيير الحرارة بشكل كبير في وقت قصير)

PCR

الإسترداد

The DNA, DNA polymerase, buffer, nucleoside triphosphates, and primers are placed in a thin-walled tube and then these tubes are placed in the PCR thermal cycler

في أنبوبة إختبار يضاف كل من الدنا،
بولي ميريز الدنا، البفر، النيكليوسايد
ثلاثي الفوسفات والبادئات ومن ثم
توضع في جهاز البلمرة



PCR Thermocycler

The three main steps of PCR

الخطوات الثلاث في الإسترداد

- The basis of PCR is temperature changes and the effect that these temperature changes have on the DNA
 - أساس تفاعل البلمرة هو التغير في الحرارة والتي تؤثر بدورها في الدنا
 - In a PCR reaction, the following series of steps is repeated 20-40 times
 - في تفاعل البلمرة، يعاد تسلسل الخطوات التالية 20-40 مرة
- (note: 25 cycles usually takes about 2 hours and amplifies the DNA fragment of interest 100,000 fold)*
- (لاحظ: 25 دورة تنقضي في حوالي ساعتين لتضخيم أجزاء الدنا حوالي 100000 مرة)*

Step 1: Denature DNA

At 95°C, the DNA is denatured (i.e. the two strands are separated)

الخطوة الأولى: المسخ (فصل خيطي الدنا)

تتباع خيوط الدنا عن بعضهما في درجة حرارة 95°C

Step 2: Primers Anneal

At 40°C- 65°C, the primers anneal (or bind to) their complementary sequences on the single strands of DNA

الخطوة الثانية: إرتباط البادئات
ترتبط البادئات مع السلاسل المكملة في خيط واحد من الحمض النووي في
درجة حرارة 40°C- 65°C

Step 3: DNA polymerase Extends the DNA chain

At 72°C, DNA Polymerase extends the DNA chain by adding nucleotides to the 3' ends of the primers

الخطوة الثالثة: أستثارة إنزيم البوليميراز لتمديد سلسلة الحمض النووي
يعمل إنزيم البوليميراز على إستطالة سلسلة الدنا بإضافة نيكليوتيدات
للنهاية 3' من البادئات في درجة حرارة 72°C

Heat-stable DNA Polymerase

البولي ميريز المستقر حرارياً

- Given that PCR involves very high temperatures, it is imperative that a heat-stable DNA polymerase be used in the reaction

• حيث أن تفاعل البلمرة يتضمن درجات حرارة عالية فمن الضروري استخدام إنزيم له خاصية الإستقرار الحراري

- Most DNA polymerases would denature (and thus not function properly) at the high temperatures of PCR

• معظم إنزيمات البولي ميريز تنحل في درجات الحرارة العالية وبالتالي تصبح عديمة الفائدة في تفاعل البلمرة

- Taq DNA polymerase was purified from the hot springs bacterium *Thermus aquaticus* in 1976

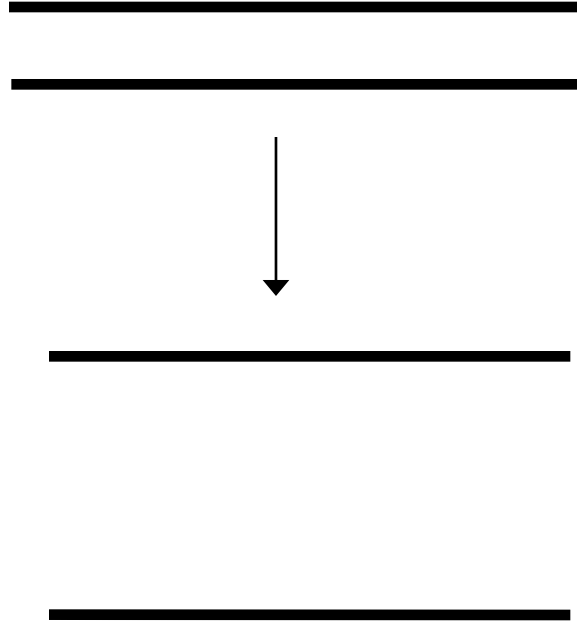
• تاك بولي ميريز الدنا المستخلص من بكتريا المياه الحارة في العام 1976 والتي تعرف بالـ *Thermus aquaticus*

Taq has maximal enzymatic activity at 75 °C to 80 °C, and substantially reduced activities at lower temperatures

يكون هذا الإنزيم في قمة نشاطه في درجة حرارة 75 - 80 °C وينخفض نشاطه عندما تنخفض درجة الحرارة

Step 1: Denaturation of DNA

الخطوة 1: مسخ الدنا (فصل الخيطين عن بعضهما)

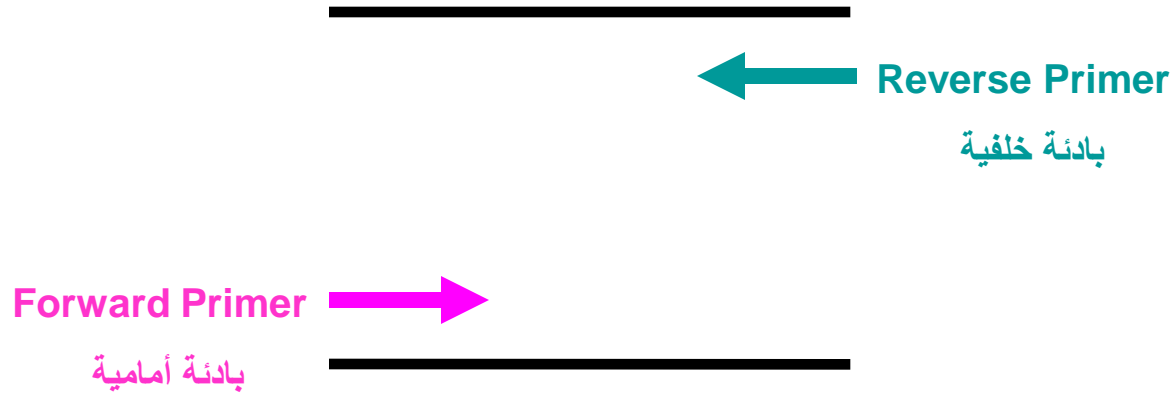


This occurs at 95 °C mimicking the function of helicase in the cell

تحدث عملية مباعدة خيطي الدنا في درجة حرارة 95 °C وبالتالي يشابه الوظيفة التي يقوم بها إنزيم الهليكيز في الخلايا

Step 2 Annealing or Primers Binding

الخطوة 2: الارتباط أو ارتباط البادئات

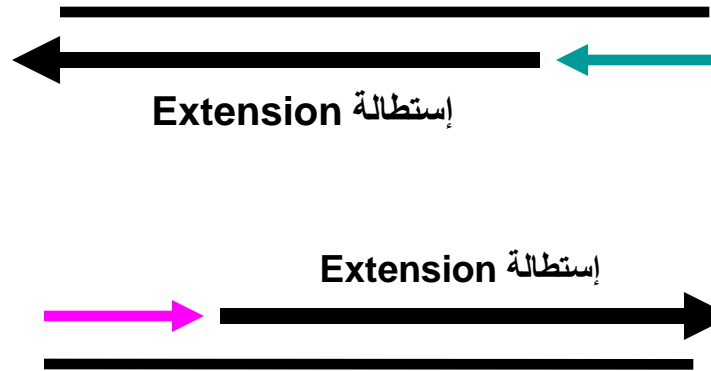


Primers bind to the complimentary sequence on the target DNA. Primers are chosen such that one is complimentary to the one strand at one end of the target sequence and that the *other* is complimentary to the *other* strand at the other end of the target sequence

ترتبط البادئات مع السلسلة التكميلية للDNA المستهدف، يتم اختيار البادئات بحيث يكون أحدهما تكميلي لأحد خيوط DNA في إحدى النهايتين للDNA المستهدف والآخر تكميلي للخيوط الأخرى في النهاية الأخرى

Step 3 Extension or Primer Extension

الخطوة الثالثة: الإستطالة أو إستطالة البادئة

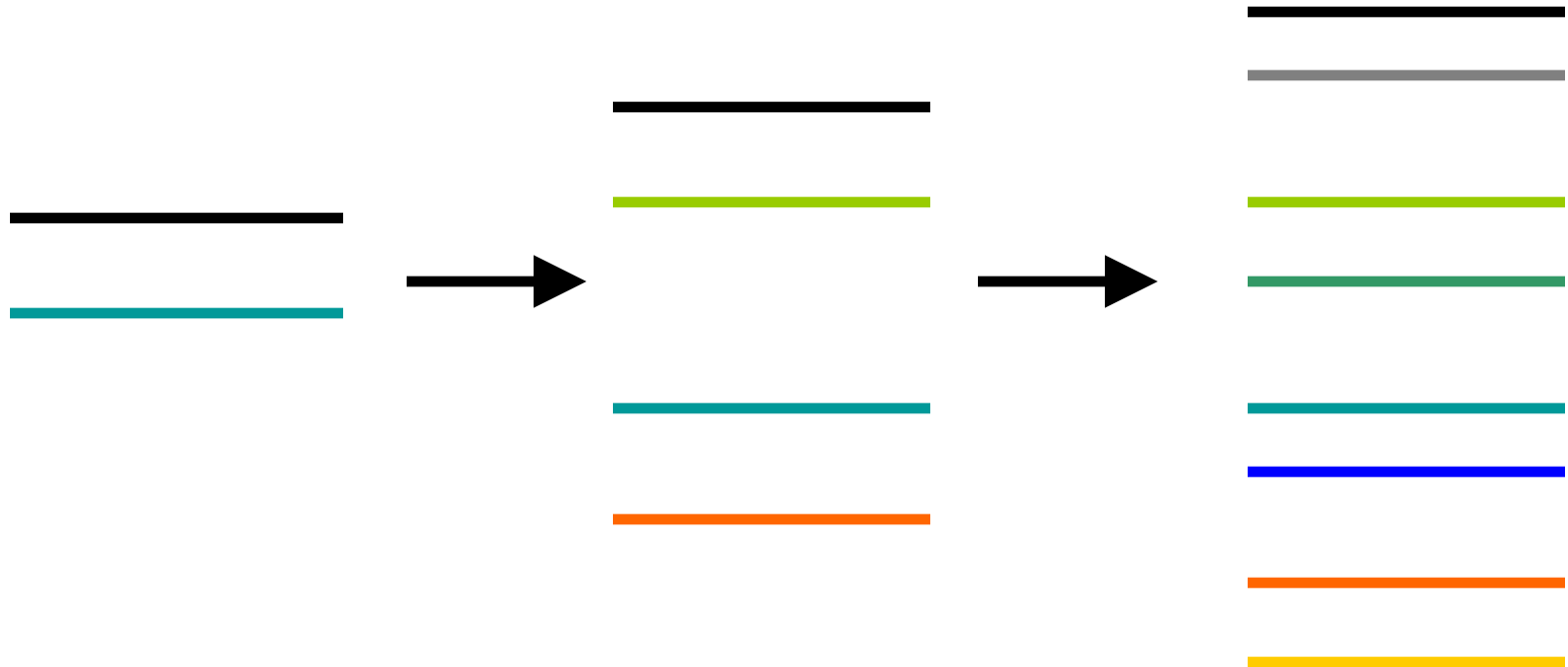


DNA polymerase catalyzes the extension of the strand in the 5-3 direction, starting at the primers, attaching the appropriate nucleotide (A-T, C-G)

يحفز الإنزيم إستطالة الخيط في الإتجاه 3-5، بدءاً من البادئة
بإضافة النيكليوتيدات المناسبة (A-T, C-G)

- The next cycle will begin by denaturing the new DNA strands formed in the previous cycle

• الدورة التالية تبدأ بمسخ الدنا الجديد الذي تكون في الدورة السابقة وهكذا



The Size of the DNA Fragment Produced in PCR is Dependent on the Primers

حجم أجزاء الدنا المنتجة في تفاعل البلمرة تعتمد على البادئات

- The PCR reaction will amplify the DNA section between the two primers
- يضخم تفاعل البلمرة جزء الدنا بين إثنين من البادئات
- If the DNA sequence is known, primers can be developed to amplify any piece of an organism's DNA
- إذا كان تسلسل الدنا معروفاً، فيمكن تطوير البادئات لتضخيم أي جزء من دنا الكائن الحي

بادئة أمامية Forward primer





بادئة خلفية Reverse primer

Size of fragment that is amplified

حجم الجزء الذي يمكن تضخيمه

The DNA of interest is amplified by a power of 2 for each PCR cycle

الدنا المستهدف يضخم عددياً بمقدار 2 أس كل دورة تفاعل بلمري

For example, if you subject your DNA of interest to 5 cycles of PCR, you will end up with 2^5 (or 64) copies of DNA

مثلاً، إذا أُخضع الدنا المستهدف لخمس دورات بلمرة ستكون النتيجة النهائية هي 2^5 (64) نسخة من الدنا

Similarly, if you subject your DNA of interest to 40 cycles of PCR, you will end up with 2^{40} copies of DNA

وكذلك عند تدوير التفاعل الى 40 دورة يكون الناتج 2^{40} نسخة من الدنا

PCR and molecular genetics

تفاعل البلمرة والوراثة الجزيئية

- One can start with a single sperm cell or strand of hair and amplify the DNA sufficiently to allow for DNA analysis and a distinctive band on an agarose gel
- يمكن البدء بخلية حيوان منوي واحدة أو خيط من الشعر وتضخيم الدنا عددياً بواسطة تفاعل البلمرة ليتمكن من تحليل الدنا والحصول على خطوط واضحة باستخدام هلام الأقروزر
- One can amplify fragments of interest in an organism's DNA by choosing the right primers
- يمكن تضخيم أجزاء من الدنا المستهدف للكائن الحي بإختيار البادئة الصحيحة
- One can use the selectivity of the primers to identify the likelihood of an individual carrying a particular allele of a gene
- يمكن باستخدام الإنتخاب للبادئات التعرف على إمكانية الفرد الذي يحمل جينا محدداً

More about Primers

المزيد عن البادئات

- PCR primers are short, single stranded DNA molecules (15-40 bp)
 - بادئات البلمرة عبارة عن خيوط قصيرة مفردة من جزيئات الدنا (15-40 bp)
- They are manufactured commercially and can be ordered to match any DNA sequence
 - تُصنع تجارياً ويمكن ترتيبها لتماثل أي من سلاسل الدنا
- Primers are sequence specific, they will bind to a particular sequence in a genome
 - البادئات محددة السلسلة، وترتبط مع سلسلة محددة في الجينوم
- As you design primers with a longer length (15 → 40 bp), the primers become more selective
 - عند تصميم البادئات بأطوال (15-40 bp) تصبح البادئات أكثر إنتقائية
- DNA polymerase requires primers to initiate replication
 - يتطلب الإنزيم (البولي ميريز) البادئات لبدء عملية التضاعف أو التكرار

Selectivity of Primers

انتقاء البادئات

- Primers bind to their complementary sequence on the target DNA

• ترتبط البادئات مع سلسلتها التكميلية في الدنا المستهدف

- A primer composed of only 3 letter, ACC, for example, would be very likely to encounter its complement in a genome

– البادئة المكونة من ثلاث حروف فقط ، **ACC** مثلاً، سيكون احتمال تصادفها مع مكملها في الجينوم كبيراً

- As the size of the primer is increased, the likelihood of, for example, a primer sequence of 35 base letters repeatedly encountering a perfect complementary section on the target DNA become remote

– وكلما زاد حجم البادئة يتباعد إمكانية التصادف المثالي مع السلسلة المكملة في الدنا المستهدف كمثال لذلك بادئة مكونة من **35 bp**

A Review of Probability

A COIN THROW

The probability of a heads (H) or a tails (T) is always 0.5 for every throw. What is the probability of getting this combination of tails in a row?

Event	Probability	
Tails	0.5	= 0.5
T,T	0.5×0.5	= 0.25
T,T,T	$0.5 \times 0.5 \times 0.5$	= 0.125
T,T,T,T,T	$(0.5)^5$	= 0.03125
T,T,T,T,T,T,T,T,T,T,T	$(0.5)^{11}$	= 0.0004883
T,T,T,T,T,T,T,T,T,T,T,T,T,T,T	$(0.5)^{16}$	= 0.00001526

So it become increasing unlikely that one will get 16 tails in a row (1 chance in 65536 throws). In this same way, as the primer increases in size the chances of a match other than the one intended for is highly unlikely.

Probability in Genetics

الإحتمالات في الوراثة

- There are 4 bases in the DNA molecule A,C,G,T
 - هناك أربع قواعد في جزيئ الدنا هي **A,C,G,T**
- The probability of encountering any of these bases in the code is 0.25 (1/4)
 - إحتمال مستدفة اي من هذه القواعد في الشفرة الوراثةية هي **0.25 (1/4)**
- So let us look at the probability of encountering a particular sequence of bases
 - إذن إحتمال الحصول على سلسلة من القواعد:-

Event	Probability
A	0.25 = 0.25
A,T	0.25 x 0.25 = 0.0625
A,T,A	0.25 x 0.25 x 0.25 = 0.015625
A,T,A,G,G	(0.25) ⁵ = 0.0009765
A,T,A,G,G,T,T,T,A,A,C	(0.25) ¹¹ = 0.000002384
A,T,A,G,G,T,T,T,A,A,C,C,T,G,G,T	(0.25) ¹⁶ = 0.0000000002384

So it become increasing unlikely that one will get 16 bases in this particular sequence (1 chance in 4.3 billion). In this same way, one can see that as the primer increases in size, the chances of a match other than the one intended for is highly unlikely

عليه، كلما زادت القواعد في سلسلة البادئة كلما قل إحتمال مصادفة السلسلة التكميلية في الجينوم

PCR and Diseases

تفاعل البلمرة والأمراض

- Primers can be created that will only bind and amplify certain alleles of genes or mutations of genes
 - تستخدم البادئات بحيث أنها ترتبط مع وتضخم أليلات لجينات محددة أو طفرات لجينات محددة
 - This is the basis of genetic counseling and PCR is used as part of the diagnostic tests for genetic diseases
 - وهذا هو الأساس في الوراثة الإستشارية وتفاعل البلمرة لإستعماله كجزء من إختبارات التشخيص للأمراض الوراثية
- Some diseases that can be diagnosed with the help of PCR:
 - بعض الأمراض التي يتم تشخيصها بمساعدة تفاعل البلمرة
 - Huntington's disease
 - مرض هنتنغتون
 - cystic fibrosis
 - التليف الحوصلي
 - Human immunodeficiency virus
 - فيروس نقص المناعة في الإنسان (الإيدز)

Huntington's Disease (HD)

هنتنقتون

- HD is a genetic disorder characterized by abnormal body movements and reduced mental abilities
 - مرض هنتنقتونس هو عبارة عن قصور وراثي يتصف بحركة غير طبيعية في الجسم وقصور في القدرات العقلية
- HD is caused by a mutation in the Huntingtin (*HD*) gene
 - يسببه طفرة في جين هنتنقتون
- In individuals with HD, the *HD* gene is “expanded”
 - يتمدد الجين في الأشخاص المصابون
 - In non-HD individuals, the *HD* gene has a pattern called trinucleotide repeats with “CAG” occurring in repetition *less than* 30 times
 - في الأشخاص غير المصابون للجين نمط محدد يسمى بالنيكليوتيد الثلاثي بتكرار للقواعد (CAG) أقل من 30 مرة في جين هنتنقتون
 - IN HD individuals, the “CAG” trinucleotide repeat occurs more that 36 times in the *HD* gene
 - في الأشخاص المصابون تتكرر القواعد (CAG) في النيكليوتيدات أكثر من 36 مرة في جين هينقتون

PCR can be performed on an individual's DNA to determine whether the individual has HD

يمكن استخدام تفاعل البلمرة في دنا الأفراد لتحديد ما إذا كان الشخص مصاب بمرض هنتنغتون

The DNA is amplified via PCR and *sequenced* (a technique by which the exact nucleotide sequence is determined) and the number of trinucleotide repeats is then counted

يضخم الدنا بتفاعل البلمرة وتحدد السلسلة ويتم حساب عدد تكرار النيكليوتيدات الثلاثية

Cystic Fibrosis (CF)

التليف الحوصلي

- CF is a genetic disease characterized by severe breathing difficulties and a predisposition to infections
 - التليف الحوصلي مرض وراثي يتميز بصعوبة بالغة في التنفس والعرضة للإلتهابات
- CF is caused by mutations in the cystic fibrosis transmembrane conductance regulator (*CTFR*) gene
 - مسبب المرض هو طفرة الجين المنظم لآلية النقل عبر الأغشية الحوصلية (*CTFR*)
- In non-CF individuals, the *CTFR* gene codes for a protein that is a chloride ion channel and is involved in the production of sweat, digestive juices and mucus
 - في الأشخاص غير المصابين يشفر الجين لبروتين عبارة عن قناة لأيون الكلورايد ومسؤول عن إفراز العرق، العصارة الهضمية والمخاط

In CF individuals, mutations in the *CTFR* gene lead to thick mucous secretions in the lungs and subsequent persistent bacterial infections

في الأشخاص المصابون، حدوث الطفرات في الجين تؤدي إلى إفرازات مخاطية سميكة في الرئتين وبالتالي التعرض الدائم للإلتهابات البكتيرية

The presence of *CTFR* mutations in a individual can be detected by performing PCR and sequencing on that individual's DNA

وجود الجين الطافر في الأشخاص يمكن إكتشافه بتفاعل البلمرة التسلسلي وتحديد سلسلة الجين في الدنا

Human Immunodeficiency Virus (HIV)

فيروس متلازمة نقص المناعة (الإيدز)

- HIV is a retrovirus that attacks the immune system.
- فيروس الإيدز من مجموعة فيروسات الريترو ويهاجم الجهاز المناعي
- HIV tests rely on PCR with primers that will only amplify a section of the viral DNA found in an infected individual's bodily fluids
- إختبارات فيروس الإيدز التي تعتمد على تفاعل البلمرة حيث يمكن تضخيم جزء الدنا للفيروس الذي يتواجد في سوائل جسم الشخص المختبر

Therefore if there is a PCR product, the person is likely to be HIV positive. If there is no PCR product the person is likely to be HIV negative

وجود نواتج لتفاعل البلمرة يعني أن الشخص إيجابي للفيروس، وعدم وجود نواتج لتفاعل البلمرة تعني أن الشخص سلبي لفيروس الإيدز

PCR and Forensic Science

تفاعل البلمرة والعلوم الشرعية

- Forensic science is the application of a broad spectrum of sciences to answer questions of interest to the legal system. This may be in relation to a crime or to a civil action

• العلوم الشرعية هي تطبيق لقطاع واسع من العلوم للإجابة على تساؤل للجهاز القانوني، وقد يكون ذلك متعلقاً بالجرائم أو خدمة مدنية

- It is often of interest in forensic science to identify individuals genetically. In these cases, one is interested in looking at variable regions of the genome as opposed to highly-conserved genes

• عادة في العلوم الشرعية هناك إهتمام بالتعرف على الأفراد جينياً، في هذه الحالة يكون الإهتمام بالنظر في منطلق مختلفة من الجينوم مقارنة بما يحتفظ به من جينات

PCR can be used to amplify highly variable regions of the human genome. These regions contain runs of short, repeated sequences (known as variable number of tandem repeat (VNTR) sequences). The number of repeats can vary from 4-40 in different individuals

في تفاعل البلمرة يتم تضخيم المناطق عالية التباين في الإنسان، هذه المناطق تحتوي على سلاسل قصيرة متكررة تعرف بالعدد المتباين لسلسلة التكرار المزدوج (VNTR)، عدد المتكررات يتراوح بين 4-40 في مختلف الأشخاص

Primers are chosen that will amplify these repeated areas and the genomic fragments generated give us a unique “genetic fingerprint” that can be used to identify an individual

يتم إختيار البادئات التي تمكن من تضخيم مناطق هذه المتكررات والأجزاء الجينومية التي يتم الحصول عليها تعطي بصمة وراثية متفردة والتي يمكن بها التعرف على الأفراد

PCR Applications to Forensic Science

تطبيقات تفاعل البلمرة في العلوم الشرعية

- Paternity suits -Argentina's Mothers of the plaza and their search for abducted grandchildren

• دعوات إثبات الأبوة (أو في حالة الأطفال المختطفين)

- Identifying badly decomposed bodies or when only body fragments are found, Bosnian and Rwandan mass graves

• التعرف على الأفراد الذين توفوا وتحللت أجسادهم أو في حالة تبقي جزء من الجسم المتحلل مثل الوفيات الجماعية في المذابح كمذبحة البوسنة والهيرسك، رواندا