3AS BAC
Clic 119 كليك
رابح مسعودي
العلوم الطبيعية
1
شعبة العلوم التجريبية

المجال المعرفي الأول

التخصص الوظيفي للبروتينات

الوحدة الأولى: تركيب البروتينات

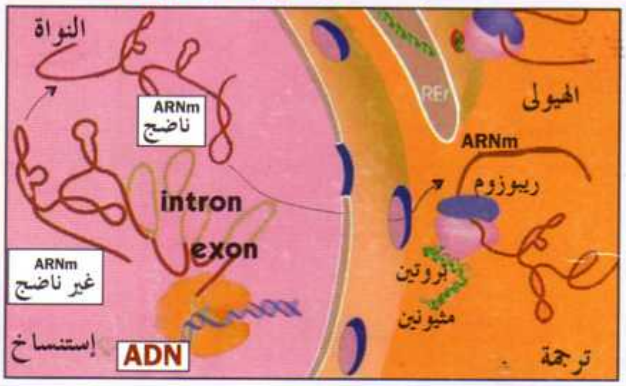
تمهيد: يحتاج الجسم يوميا إلى أغذية من بينها البروتينات تتفكك إلى أحماض آمينية أثناء عملية الهضم.

ما مصير الأحماض الأمينية الممتصة؟

يلخص مخطط الوثيقة التالية مراحل تركيب البروتينات من الأحماض الآمينية في الخلية والتي يمكن تلخيصها عبر مرحلتي الإستنساخ والترجمة

ما هو الفرق بينهما؟

مراحل تركيب البروتين



يلخص جدول الوثيقة أدناه أهم هذه الفروق منتهيا بتعريف لكل مرحلة والهدف منها

المرحلة	جزيئة الإنطلاق	المقر	العناصر المتدخلة	الجزيئة الناتجة	تعريف العملية والهدف منها
الإستنساخ	ADN	النواة	ARN Polymerase + نكليوتيد	ARNm ARNt ARNr	أخذ نسخة عن المعلومات الوراثية من مورثة ADN في شكل ARN عن طريق إنزيم ARN Polymerase بهدف نقل المعلومات الوراثية (الشفرة الوراثية) إلى الهيولى.
الترجمة	ARNm	الهيولى الريبوزوم	ARNm ARNt الريبوزومات الأحماض الآمينية	متعدد الببتيد	الانتقال من اللغة النووية (الشفرة الوراثية) إلى لغة بروتينية (سلسلة ببتيدية) في الهيولى على مستوى الريبوزومات بهدف إنتاج بروتينات نوعية.

كيف يمكن إظهار عمليتي الاستنساخ والترجمة،وإثبات دور العناصر المتدخلة ؟

1 الإستنساخ

يبيّن الجدول الموالي كيفية إظهار عملية الإستنساخ والتجارب التي تسمح بإثبات العناصر المتدخلة فيها.

دور ال ARNm	النشاط	التفسير	الإستنساخ
إظهار عملية الإستنساخ	 مشاهدة قطعة من ال ADN تحت المجهر الإلكتروني	تظهر صورة المجهر الإلكتروني استنساخ متعدد لل ARNm .	يتم استنساخ ARNm بكثافة من ADN.
إثبات الدور الوسيط لل ARNm كناقل للشفرة الوراثية	 نوعان من البروتينات مفصول من الخلايا الحمراء للأرنب (الهيموغلوبين) بروتين مفصول من الخلايا البيضية للضفدع. بروتينات مفصولة من الخلايا البيضية للضفدع بعد حقنها ب ARNm الخاص بالكريات الحمراء للأرنب.	تركيب بروتين الهيموغلوبين من طرف الخلايا البيضية للضفدع في وجود ARNm الخاص بالكريات الحمراء للأرنب، دليل على أن ARNm ناقل للشفرة الوراثية.	يلعب ARNm دور وسيط بين مقر المعلومات الوراثية (ADN) ومقر تركيب البروتينات (الهيولى).

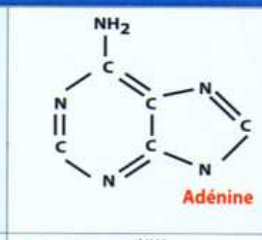
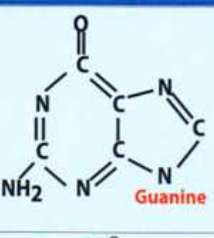
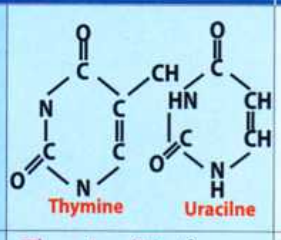
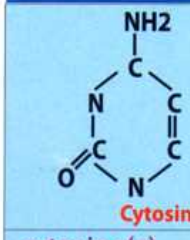
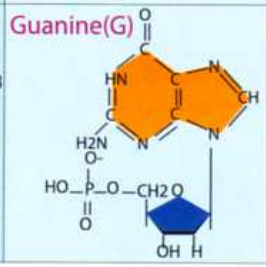
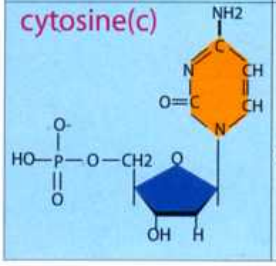
بالإضافة إلى نوع البروتينات المفصولة،تبين المنحنيات كمية هذه البروتينات عن طريق قياس كمية الإشعاع بعدد الدقات الإشعاعية في الدقيقة، فتظهر في شكل شوكات تسمح بالدراسة المقارنة.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

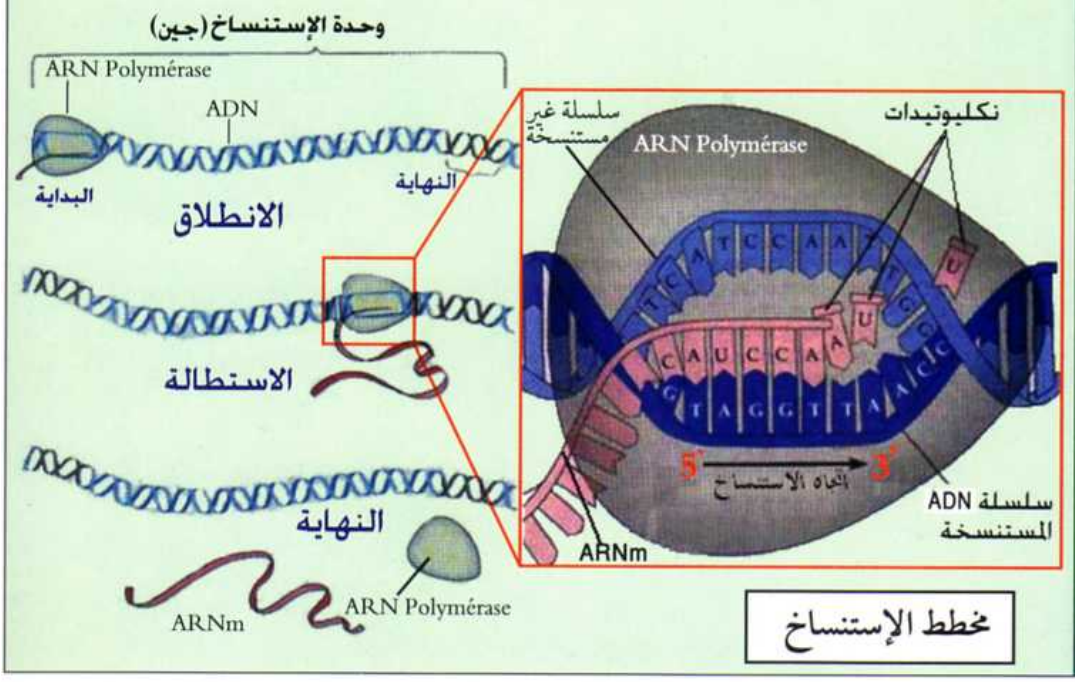
ما الفرق بين حقيقيات النواة وبدائيات النواة؟

المواصفات	الإستنساخ	الترجمة
حقيقيات النواة: لها نواة حقيقية محاطة بغشاء نووي وهي تضم كل أنواع الكائنات الحيوانية والنباتية والمجهرية ما عدا البكتيريا.	• يتم استنساخ ARNm أولي ليتحول إلى ناضج بعد تخلصه من الأنترونات. • يتم استنساخ مورثة من ADN .	تتم في الهيولي وتحدث كمرحلة لاحقة بعد الإستنساخ .
بدائيات النواة: محتوى النواة لا يحاط بغشاء نووي، وبالتالي ليس هناك نواة حقيقية حيث تسبح ADN في الهيولى. وهي تشمل البكتيريات.	• ARNm المستنسخ لا يحتوي على إنترونات • يتم استنساخ كل ال ADN .	تحدث عملية الإستساخ والترجمة في آن واحد

ما الفرق بين النكليتيدات البيورينية والنكليوتيدات البيريميدينية؟

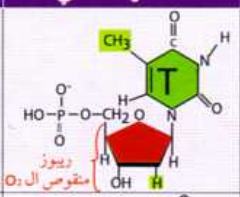
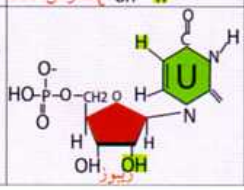
	نكليوتيدات بيورينية		نكليوتيدات بيريميدينية	
القاعدة الآزوتية	 Adénine	 Guanine	 Thymine Uracilne	 Cytosine
النكليوتيد	 Adenine(A)	 Guanine(G)	 Thymine(T)	 cytosine(c)

ما هي مراحل الإستنساخ والترجمة؟

المراحل / العملية	الإنطلاق	الإستطالة	النهاية
الاستنساخ			

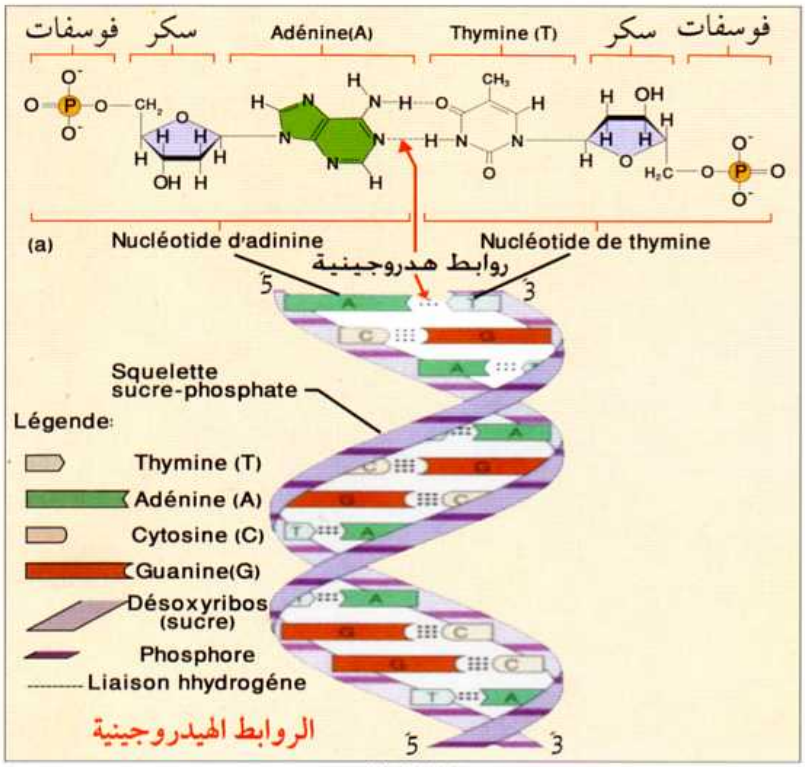
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ما الفرق بين ARN و ADN؟ — جدول مقارنة

الحمض النووي	المقر	النكليوتيدات: القاعدة الآزوتية	النكليوتيدات: السكر الخماسي	سلسلة النكليوتيدات	الوظيفة
ADN نتائج الإماهة الجزئية عبارة عن نكليوتيدات	النواة	تايمين Thymine (C.G.A.T)		 سلسلتان ملتفتان بشكل حلزوني ترتبطان بروابط هيدروجينية	دعامة المعلومات الوراثية
ARN نتائج الإماهة الجزئية عبارة عن نكليوتيدات	يتركب في النواة ثم ينتقل إلى الهيولى.	يوراسيل Uracile (C.G.A.U)		 سلسلة من النكليوتيدات بشكل خطي.	نقل الشفرة الوراثية (ARNm)

كيف ترتبط سلسلتي ال ADN؟

لقد أثبتت التحاليل الكيميائية لل ADN بأن عدد القواعد A المفصولة يكافئ عدد القواعد T وعدد القواعد C يكافئ عدد القواعد G أي أن A /T=1 و C /G=1 وكذلك A+C /T+G =1 مما يدل على أن نظام ارتباط القواعد يكون دائما ثابتا T مع A و G مع C. ترتبط السلسلتان عن طريق القواعد الآزوتية بروابط هيدروجينية بحيث ترتبط القاعدة Thymine مع Adenine برابطتين ، والقاعدة Guanine مع Cytosine بثلاث روابط كما يوضحه الشكل المقابل.



ما هو مفهوم الشفرة الوراثية؟

هي تتابع للقواعد الآزوتية على مستوى ARNm والتي هي عبارة عن نسخة لجين من ADN. تقسم الشفرة الوراثية إلى رامزات وهي تتابع لثلاث قواعد تشفر لحمض آميني معين يمكن التعرف عليه عن طريق جدول الشفرة الوراثية.

كيف نقرأ جدول الشفرة الوراثية؟

أولا : نبدأ قراءة سلسلة ال ARNm من اليسار إلى اليمين ؛ وبنفس الطريقة نقرأ الرامزات. فمثلا الرامزة الأولى ACC تقرأ هكذا :A ثم C ثم C.

ثانيا: تقرأ الرامزة من جدول الشفرة الوراثية كما يلي:

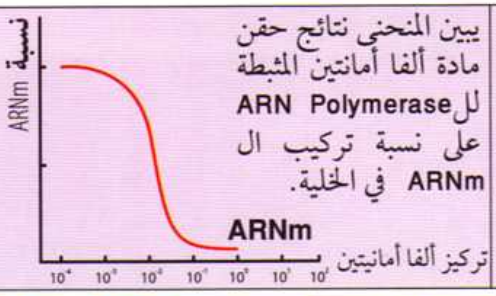
- الحرف الأول A يقرأ من العمود الأول على اليسار حيث نجد ما يقابله أربع مجموعات من الرامزات وهي: U C A G
- الحرف الثاني C يحدد المجموعة المطلوبة حيث يقرأ من العمود الأفقي الثاني فتكون هذه المجموعة هي الملونة بالأحمر.
- الحرف الثالث يقرأ من العمود الثالث وهو بذلك يحدد الرامزة المطلوبة من هذه المجموعة هي: ACC التي تقابل الحمض الأميني Thréonine والذي يرمز له ب Thr .(راجع ص 8 للتعرف على الأسماء.)

الحرف الثاني

الحرف الأول	U	C	A	G	الحرف الثالث
U	UUU Phe UUC Phe UUA Leu UUG Leu	UCU Ser UCC Ser UCA Ser UCG Ser	UAU Tyr UAC Tyr UAA Stop UAG Stop	UGU Cys UGC Cys UGA Stop UGG Trp	U C A G
C	CUU Leu CUC Leu CUA Leu CUG Leu	CCU Pro CCC Pro CCA Pro CCG Pro	CAU His CAC His CAA Gin CAG Gin	CGU Arg CGC Arg CGA Arg CGG Arg	U C A G
A	AUU Ile AUC Ile AUA Ile AUG Met	ACU Thr ACC Thr ACA Thr ACG Thr	AAU Asn AAC Asn AAA Lys AAG Lys	AGU Ser AGC Ser AGA Arg AGG Arg	U C A G
G	GUU Val GUC Val GUA Val GUG Val	GCU Ala GCC Ala GCA Ala GCG Ala	GAU Asp GAC Asp GAA Glu GAG Glu	GGU Gly GGC Gly GGA Gly GGG Gly	U C A G

جدول الشفرة الوراثية لل ARNm

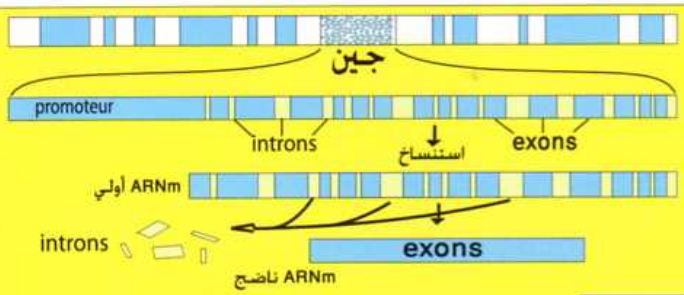
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

إظهار دور ال ARN Polymerase	يبين المنحنى نتائج حقن مادة ألفا أمانتين المثبطة لل ARN Polymerase على نسبة تركيب ال ARNm في الخلية. 	عند تثبيط إنزيم ARN Polymerase لا يتم تركيب ARNm أي أن الإنزيم يعمل على استنساخ ARN من ال ADN.	يتم استنساخ ARN من ADN بواسطة إنزيم: ARN Polymerase

يكون ال ARN m المركب مباشرة بعد الاستنساخ غير ناضج عند حقيقيات النوى.

فكيف يتم نضجه ؟

يبين المخطط الموالي مراحل نضج ال ARN m حيث يصبح ناضجا بعد تخلصه من القطع غير الدالة (Introns) واحتفاظه بالقطع الدالة (Exons).



مراحل نضج ال ARNm

ما الفرق بين التضاعف والإستنساخ ؟

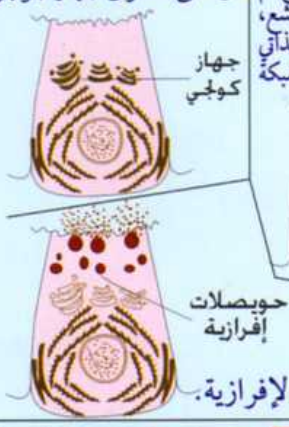
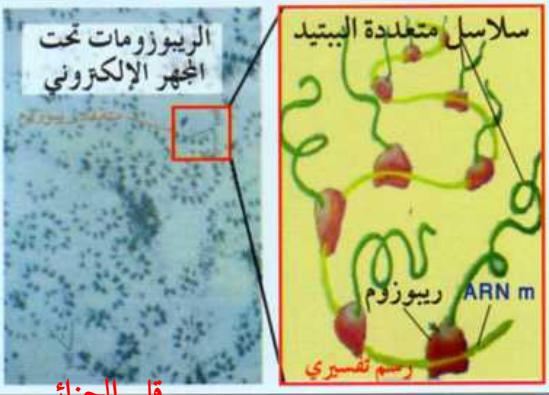
جدول مقارنة بين التضاعف و الإستنساخ

	جزيء الانطلاق	الكيفية	الإنزيم المتدخل	الجزيء الناتج	الهدف
التضاعف (Replication)	ADN	استنساخ سلسلتي ال ADN معا	ADN polymérase	2 ADN نصف محافظ ✪	تدفق المعلومات الوراثية بهدف انقسام الخلايا
الاستنساخ (Transcription)	ADN	استنساخ سلسلة واحدة من ADN تسمى السلسلة المستنسخة	ARN polymérase	ARNr ARNt ARNm	تدفق المعلومات الوراثية بهدف تركيب البروتينات

✪ يراجع مفهوم النصف المحافظ من كتاب سنة الثانية علوم تجريبية

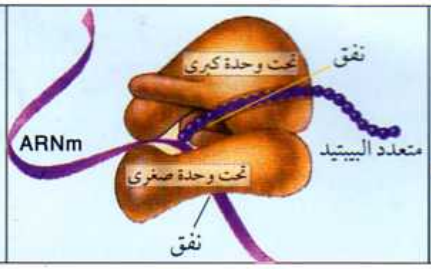
2 الترجمة

يبين الجدول الموالي كيفية إظهار عملية الترجمة والتجارب التي تسمح بإثبات العناصر المتدخلة فيها.

إثبات الظاهرة	النشاطات	التفسير	الإستنتاج
1 إظهار مقر تركيب البروتينات و إفرازها	المرحلة1: بعد وضع الخلايا العنقودية للبنكرياس في وسط به لوسين مشع ثم استبداله بعد فترة بوسط غير مشع، تبين نتائج التصوير الإشعاعي الذاتي وجود إشعاع في مستوى الشبكة الهيولية المحببة.  المرحلة2: ظهور الإشعاع بعد فترة على مستوى جهاز جولجي.  المرحلة3 :انتقال الأشعاغ بعد فترة إلى الحويصلات الإفرازية.	ظهور الإشعاع دليل على دمج اللوسن في السلسلة البيبتيدية المركبة. ومن خلال الأشكال الثلاثة يتبين أن إفراز المادة البروتينية الإفرازية (الأنسولين) تمر بمراحل وذلك وفق انتقال الإشعاعات من الشبكة الهيولية المحببة إلى الحويصلات الإفرازية مرورا بجهاز جولجي.	* يتم تركيب البروتينات في الهيولى على مستوى الشبكة الهيولية المحببة. * جهاز كولجي مقر نضج وتخصص البروتين. * دور الحويصلات هو نقل البروتين لإفرازه خارج الخلية
2 إظهار عملية الترجمة تحت المجهر الإلكتروني		تظهر الريبوزومات الحرة تحت المجهر الإلكتروني أثناء تركيب متعدد البيبتيد بشكل سبحة مرتبطة ب ARNm تسمى متعدد الريبوزوم Polysomes ، حيث تتم فيها القراءة بشكل تسلسلي الواحدة بعد الأخرى.	الريبوزومات هي مقر تركيب البروتينات سواء مرتبطة بالشبكة الهيولية المحببة (وتكون أنشط) أو تكون حرة في الهيولى تسمى متعدد الريبوزوم (Polysomes)

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

3 دور الريبوزومات



يظهر الرسم التخطيطي أن الريبوزوم يتكون من تحت وحدتين منفصلتين: صغرى ويتم في مستواها قراءة ال ARNm عبر نفق خاص، وتحت وحدة كبرى والتي يتم في مستواها تركيب السلسلة البيبتيدية عبر نفق خاص أيضا.

يتم تركيب البروتين على مستوى الريبوزوم كما يلي
- توضع ال ARNm على مستوى تحت الوحدة الصغرى لتتم قراءته
- تركيب السلسلة البيبتيدية على مستوى تحت الوحدة الكبرى

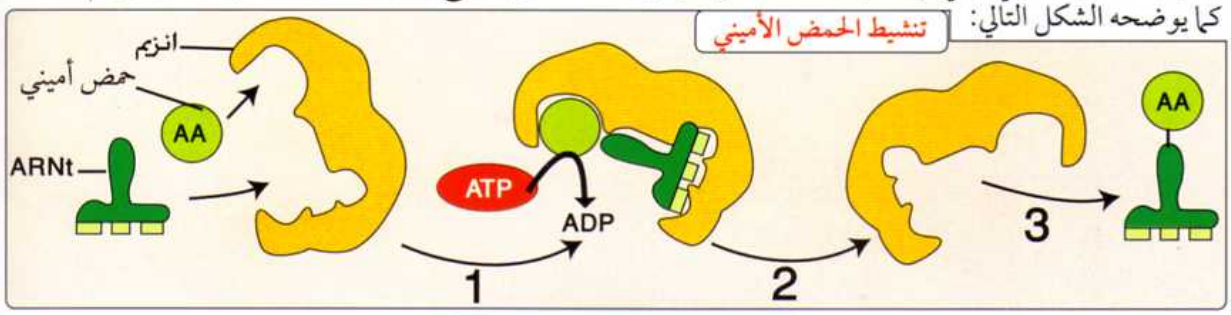
ما الفرق بين ال ARNr و ARNt و ARNm ؟

نوع ال ARN	الشكل	المكونات	الوزن الجزيئي	معامل الترسيب	المقر	الدور
ARNm الحمض النووي الريبي الرسول		سلسلة من النكليوتيدات بشكل خطي عددها مختلف	مختلف حسب عدد النكليوتيدات	مختلف لإختلاف الأوزان الجزيئية	تركيب في النواة ثم تنتقل إلى الهيولى.	نقل الشفرة الوراثية
ARNt الحمض النووي الريبي الناقل	يكون بشكل ورقة القفل / يكون بشكل حرف L مقلوب	سلسلة من النكليوتيدات عددها 75 نكليوتيدة	2.5×10^4 الكمية 15٪ من مجموع ARN الخلية	4s		نقل الأحماض الأمينية بعد تنشيطها
ARNr الحمض النووي الريبي الريبوزي	ريبوزوم كامل / تحت وحدة كبرى / تحت وحدة صغرى	ت . و . كبرى : سلسلتان من النكليوتيد + 31 نوع من البروتينات	1.2×10^6 3.6×10^4	23s 5s		تركيب السلاسل البيبتيدية
		ت . و . صغرى : سلسلة من النكليوتيد + 21 نوع من البروتينات	0.55×10^6 الكمية 80٪ من مجموع ARN الخلية	16s		
		الريبوزوم عبارة عن تحت وحدتين كبرى وصغرى. تتكون كل واحدة من مجموعة من البروتينات +ARNr				

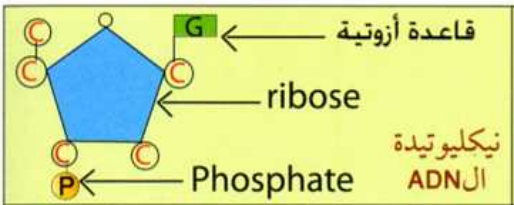
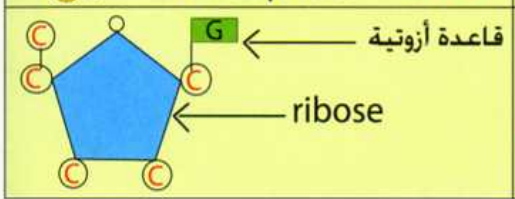
جدول مقارنة بين أنماط ARN

كيف يتم تنشيط الأحماض الأمينية؟

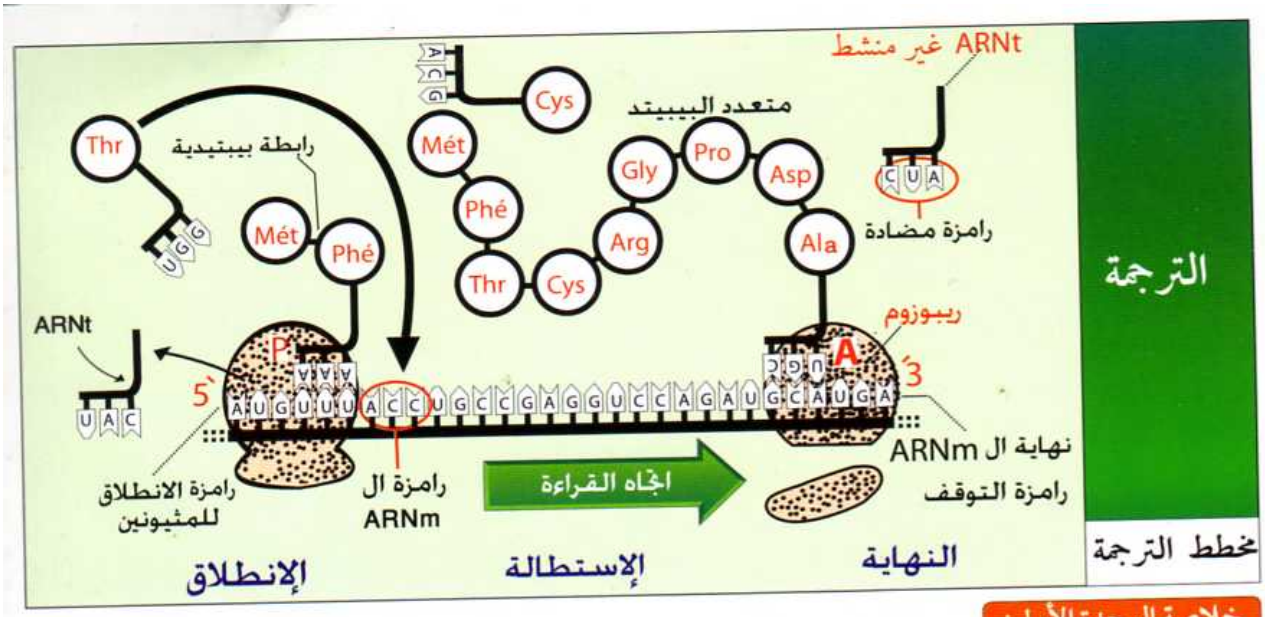
تنشيط الحمض الآميني يعني ربطه ب ARNt الحامل للرامزة المضادة المتوافقة مع رامزة ARNm. تتطلب العملية إنزيم وطاقة كما يوضحه الشكل التالي:



ما الفرق بين النكليوتيد والنكليوزيد؟

النكليوتيد Nucleotide	سكر خماسي + حمض فوسفور + قاعدة آزوتية وهي الوحدة البنائية للحمض النووي ADN و ARN.	 نيكليوتيدة ال ADN
النكليوزيد Nucleoside	سكر خماسي + قاعدة آزوتية وتمثل وحدة الإرتباط بين سلسلتي ال ADN	

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



خلاصة الوحدة الأولى:

ما مصير الأحماض الأمينية؟

تبيّن تجربة الخلايا الإفرازية(ص2)أن مصير الأحماض الأمينية الناتجة من عملية الهضم هو تركيب بروتينات نوعية كترجمة للمعلومات الوراثية حيث تتخصص في البناء والوظيفة لتجسيد الصفات الوراثية :

- **بنائية**: تدخل في بناء العناصر الخلوية مثل بروتينات الأغشية الخلوية، والهيستونات (بروتين ADN)، بروتينات الريبوزوم.
- **وظيفية**: ذات دور بيولوجي
  - وسائط كيميائية (إنزيمات) مثل ARN Polymerase
  - النقل: الهيموغلوبين لنقل الأكسجين
  - نقل رسالة كيميائية:هرمون الأنسولين

الوحدة الثانية: العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين

تمهيد

كل البروتينات المركبة في البداية متشابهة في بنيتها إنها عبارة عن سلاسل خطية.بعد ذلك تكتسب بنيات فراغية مختلفة ثانوية وثالثية ورابعية لتقوم بوظائف محددة.

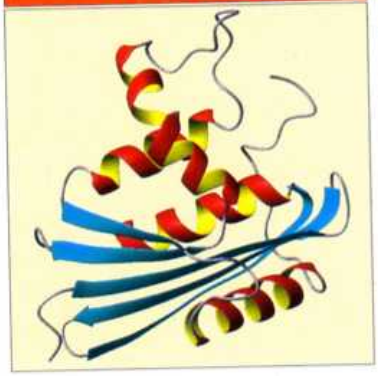
مورثة ← استنساخ ← ترجمة ← سلسلة ببتيدية ذات بنية أولية

فما هي العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين؟

إنزيم ARNase(Ribonucléase) يفكك ARNm بعد أداء دوره في تركيب متعدد الببتيد، فهو ينقي الخلية من آثار ARNm. يبين الشكل(أ) بنية إنزيم ريبونكلياز مأخوذة من برنامج Rastop حيث يبدو عن طريق التمثيل الشريطي السميك (caricature) ذا بنية ثالثية يتكون من أربع سلاسل حلزونية (بنية ثانوية من نوع α) وخمس سلاسل من نوع الأوراق المطوية (بنيةَ ثانوية من نوع β) تربط بينها أربع جسور كبريتية. إلى جانب مناطق الانعطاف.أما الشكل (ب) يمثل رسما تخطيطيا للنتائج التجريبية .

عند معاملة الإنزيم باليوريا ومركب β- mercaptoéthanol فإن بنيته تتأثر وبالتالي يصبح غير فعال حيث توضح طريقة المعاملة ونتائجها وفق الجدول الموالي.

الشكل - (أ) البنية الفراغية لإنزيم Ribonucléase



المرحلة	المعاملة	النتيجة
Ribonucléase A	بدون معاملة	البنية طبيعية والإنزيم فعال.
Ribonucléase B	β-mercaptoéthanol + يوريا	يتخرب الإنزيم بفقدان بنيته الثانوية والثالثية.إنزيم غير فعال.
Ribonucléase C	β-mercaptoéthanol بعد إزالة تأثير اليوريا	يفقد الإنزيم الإنطواءات الطبيعية ويحتفظ بالروابط ثنائية الكبريت لكن بطريقة مخالفة. إنزيم غير فعال.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المجال المعرفي الأول

التخصص الوظيفي للبروتينات

ما معنى السلوك الحمقلي للأحماض الآمينية؟

ترتبط بالحمض الآميني مجموعتان وظيفيتان مجموعة حمضية كاربوكسيلية (COOH)، ومجموعة وظيفية قاعدية أي أن الحمض يسلك سلوكا حمضيا عند تواجده في وسط قاعدي يفقد فيه بروتونات فيصبح ذا شحنة سالبة، وعند وضعه في جهاز الهجرة الكهربائية فإنه يتجه نحو القطب الموجب، وسلوكا قاعديا عند تواجده في وسط حمضي يكتسب فيه بروتونات فيصبح ذا شحنة موجبة ويتجه نحو القطب السالب. وهذا هو معنى السلوك الحمقلي للحمض الآميني .(الخاصية الحمقلية).

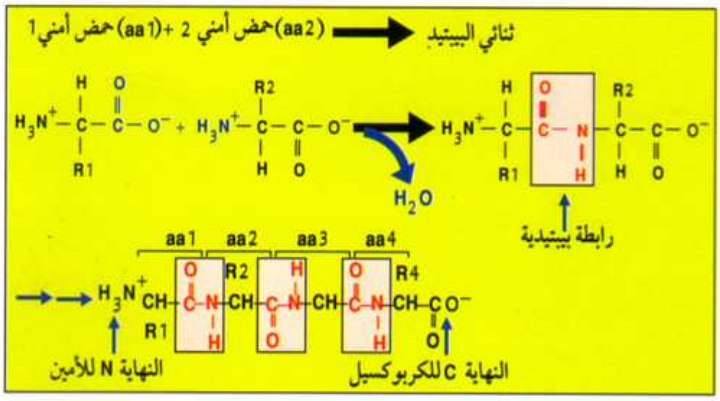
كيف يمكن تحديد pHi للحمض الآميني؟

ال pHi هو درجة حموضة الوسط التي يكون عندها الحمض الآميني في نقطة التعادل الكهربائي عند وضعه في جهاز الهجرة الكهربائية. بمعنى أن الحمض الآميني في هذا الوسط يسلك سلوكا حامضيا وقاعديا في نفس الوقت فيكون عدد الشحنات السالبة مساويا لعدد الشحنات الموجبة. وما دام هناك ثلاثة أنماط من الأحماض الآمينية: حمضية وقاعدية ومعتدلة، فإن ال pHi تبعا لذلك يكون حسب نوع الحمض الآميني كما يوضحه الجدول الموالي :

أحماض آمينية حمضية	أحماض آمينية متعادلة	أحماض آمينية قاعدية
عند وضعها في وسط قاعدي أو معتدل فإنها تسلك سلوكا حمضيا، وتسلك سلوكا قاعديا إذا وجدت في وسط حمضي ذي pHm منخفض، أي أن $pH\,i < 7$. pHm: يعني PH الوسط	عند وضعها في وسط قاعدي فإنها تسلك سلوكا حمضيا، وعند وضعها في وسط حمضي فإنها تسلك سلوكا قاعديا. أما عند وضعها في وسط معتدل فإنها تكون متعادلة أي أن ال pHi يكون مساويا تقريبا : 7 $pH\,i = pHm = 7$	عند وضعها في وسط حمضي أو معتدل فإنها تسلك سلوكا قاعديا، وتسلك سلوكا حمضيا إذا وجدت في وسط قاعدي ذي pHm مرتفع. أي أن $pH\,i > 7$.

كيف ترتبط الأحماض الآمينية لتشكيل السلاسل البيبتيدية؟

ترتبط الأحماض الآمينية عن طريق المجاميع الوظيفية؛ حيث ترتبط مجموعة وظيفية حمضية على يمين الحمض الآميني مع مجموعة وظيفية قاعدية على يسار حمض آميني آخر برابطة ببتيدية ينتج عنها جزيئة ماء كما يوضحه الشكل المرفق.



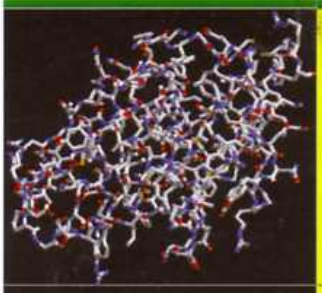
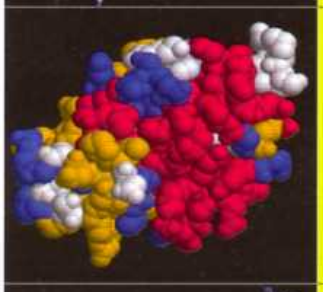
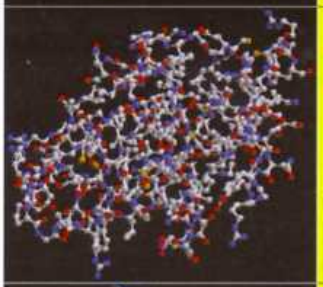
ما هي العلاقة بين بنية و وظيفة البروتين؟

خلاصة الوحدة الثانية

مورثة ← استنساخ ← ترجمة ← سلسلة ببتيدية ذات بنية أولية ← تشكل بنية فراغية خاصة نتيجة الروابط الثانوية

الهدف : القيام بدور معين : بناء- وظيفة

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

النموذج والهدف منه	الشكل
العود يستعمل للتعرف على السلاسل الكربونية متصلة بالذرات بلونها الخاص.	
الكرة المكدس يستعمل للتعرف على حجم ال جزيئ البروتيني تظهر فيه الذرات بألوانها الخاصة.	
الكرة والعود يستعمل لتوضيح نوع وعدد الذرات الداخلة في تركيب الجزيئ البروتيني بحيث تكون كل ذرة ملونة بلون خاص.	
الشريطي يستعمل للكشف على نوع البنيات الثانوية ألفا بلون أحمر – بيتا بلون أصفر – غير محدد بلون أزرق ومناطق الانعطاف بلون أبيض لتشكيل البنية الثالثية.	
الشريطي السميك يشبه النموذج الشريطي إلا أنه يزيد عنه بتحديد اتجاه البنيات الثانوية بيتا وبالتالي يسمح بالتعرف على بداية ونهاية السلسلة البيبتيدية.	

نماذج تمثيل أنزيم Lysozyme باستعمال برنامج Rastop

ماهي الأحماض الأمينية؟ مركبات عضوية تتكون من مجموعتين وظيفيتين حمضية COOH وأمينية NH_2 ترتبطان بسلسلة كربونية. عددها في الطبيعة 20 حمضا أمينياً.

$$NH_2 - \underset{R}{CH} - COOH$$

كيف تصنف الأحماض الأمينية؟

الأنواع	الصيغة الكيميائية
الحامضية	حمضية: aspartate Asp، glutamate Glu
القاعدية	قاعدية: Lysine Lys، arginine Arg، histidine His
أحماض أمينية متعادلة كارهة للماء: العطرية	phénylalanine Phe، tyrosine Tyr، tryptophane Trp
أحماض أمينية متعادلة: الأميدية	asparagine Asn، glutamine Gln
أحماض أمينية متعادلة: الكحولية	sérine Ser، thréonine Thr
أحماض أمينية متعادلة: الكبريتية كارهة للماء	méthionine Met، cyséine Cys
أحماض أمينية متعادلة: أليفاتية كارهة للماء	glycine Gly، alanine Ala، proline Pro، leucine Leu، valine Val، isoleucine Ile

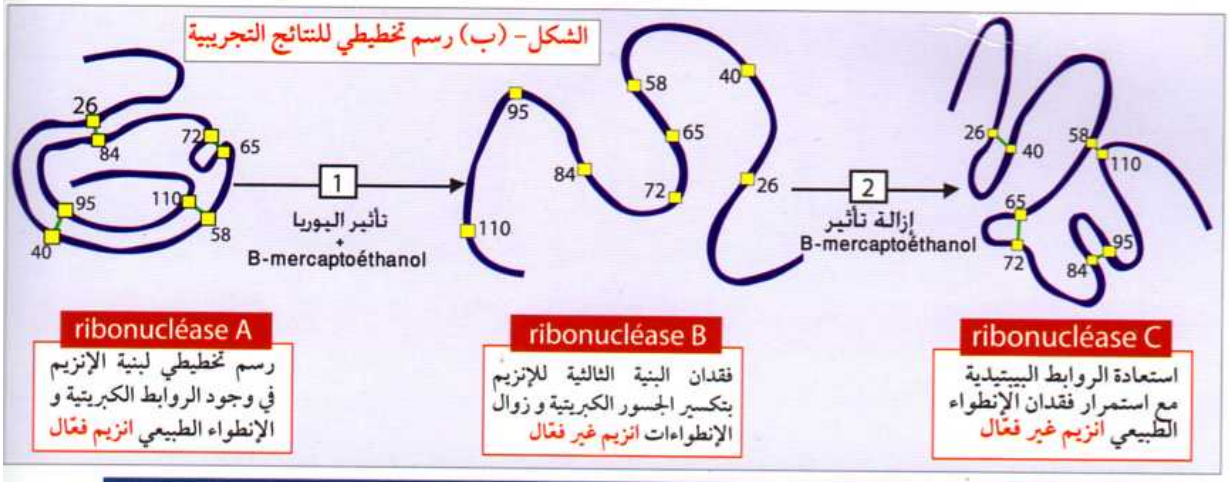
الحالة الكهربائية

2010-119

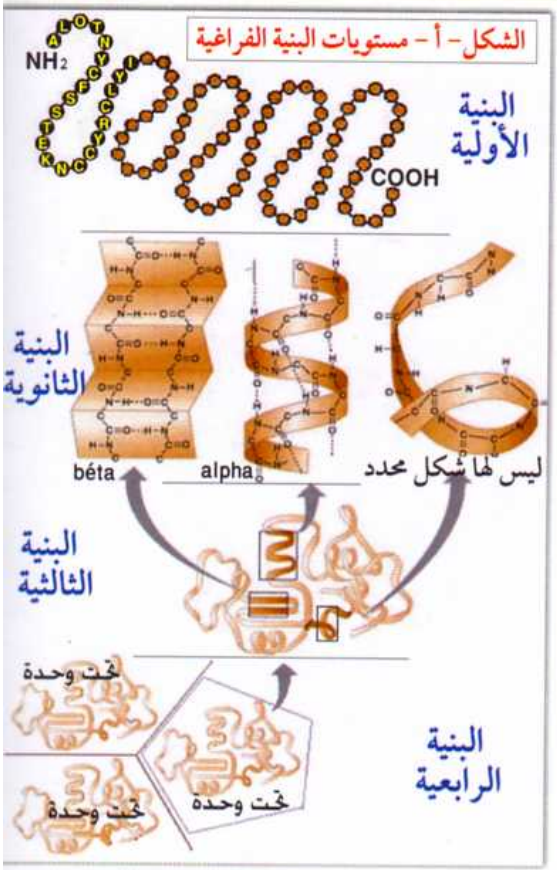
كليك للنشر
ClicEdition

حي الكتبان، عمارة أ، مدخل 10 محل 23، المحمدية، الجزائر.
الهاتف: 15 00 82 021 / 37 96 82 021، الناسوخ: 37 96 82 021.
البريد الإلكتروني: clicedition@gmail.com

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



إن تغير بنية الإنزيم جزئيا أو كليا يؤدي إلى فقدان وظيفته. وعليه فإن بنية معينة تقوم بوظيفة محددة.



ما هي مستويات البنية الفراغية للبروتين؟

تتشكل البنية الفراغية انطلاقا من البنية الأولية ثم البنية الثانوية ثم البنية الثالثية و أخير ا البنية الرابعية كما يوضحه الشكل(أ):

البنية الأولية : تنشأ فقط من سلسلة خطية للأحماض الآمينية.

البنية الثانوية : وهي بنية ذات ثلاثة أبعاد تكون إما منتظمة بشكل التفاف حلزوني وتسمى في هذه الحالة بنية α ، أو في شكل ورقة مطوية تسمى بنية β . ينشأ الإلتفاف الحلزوني نتيجة روابط هيدروجينية بين CO لرابطة بيبتيدية مع NH لحمض أميني آخر في المرتبة الثالثة بعده على طول السلسلة البيبتيدية . أما بالنسبة لبنية الورقة المطوية فتكون الروابط الهيدروجينية على طول سلسلتين بيبتيديتين متجاورتين ومتوازيتين. وقد تكون هذه البنية غير منتظمة بمعنى تنشأ روابط هيدروجينية بشكل عشوائي.

البنية الثالثية : وتنشأ من مجموع بنيات ثانوية من نوع α فقط أو من نوع β أو كليهما تربط بينها مناطق انعطاف لسلاسل بيبتيدية. كما تنشأ بين الجذور الحرة للأحماض الآمينية، سواء على مستوى نفس السلسلة أو بين سلاسل أخرى، روابط كبريتية وهيدروجينية وشاردية وكارهة للماء كما يبينه الشكل(ب)، تساهم كلها في تثبيت واستقرار البنية الثالثية.

البنية الرابعية: وهي تضم مجموع تكتلات لبنيات ثالثية تسمى كل واحدة تحت وحدة مثل الهيموغلوبين الذي يتكون من أربع سلاسل بيبتيدية تشكل كل سلسلة تحت وحدة ذات بنية ثالثية مستقلة.

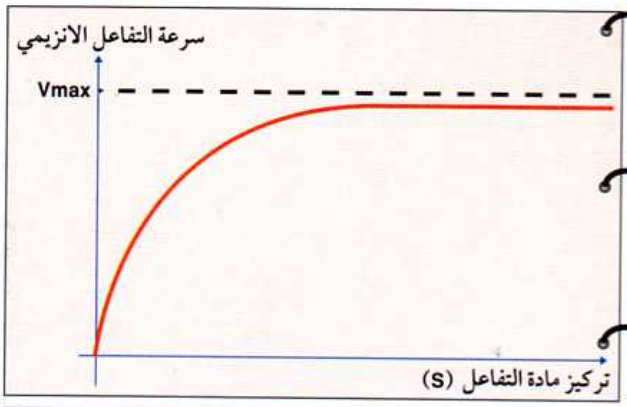


كيف يمكن تمثيل البنية الفراغية للبروتينات؟

يمكن تمثيل البنية الفراغية للبروتينات بعدة نماذج وذلك حسب الهدف من دراستها. لنأخذ مثالا عن ذلك الليزوزيم Lysosyme وهو إنزيم ذو بنية ثالثية يلعب دور محلل للأجسام الغريبة والبكتيريا تفرزه خلايا الجسم.

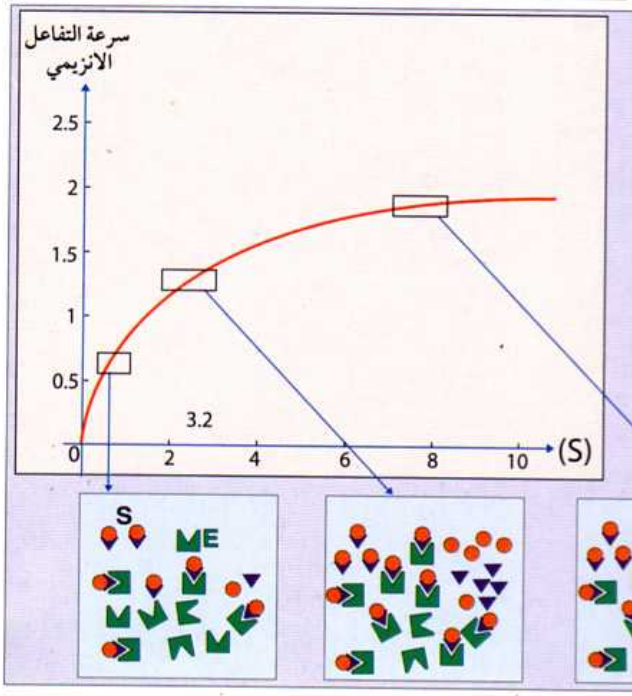
يوضح الجدول الموالي نماذج تمثيل الإنزيم باستعمال برنامج Rastop مع توضيح الهدف من استعمال كل نموذج.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



2

يبين المنحنى التالي أن سرعة التفاعل الإنزيمي تزداد بزيادة مادة التفاعل إلى أن تبلغ أقصاها (Vmax) حيث تبقى ثابتة مهما زادت كمية مادة التفاعل. ونفسر ذلك بأن المواقع الفعالة لكمية الإنزيمات المتواجدة لم تكن كلها محجوزة من طرف مادة التفاعل التي تكون في البداية قليلة التراكيز. لكن عند التراكيز العالية فإن المواقع الفعالة للإنزيمات تكون كلها محجوزة، وهذا يعني أن النشاط الإنزيمي يبلغ أقصى سرعة له لتبقى ثابتة مهما زادت التراكيز كما تبينه الوثيقة أدناه.





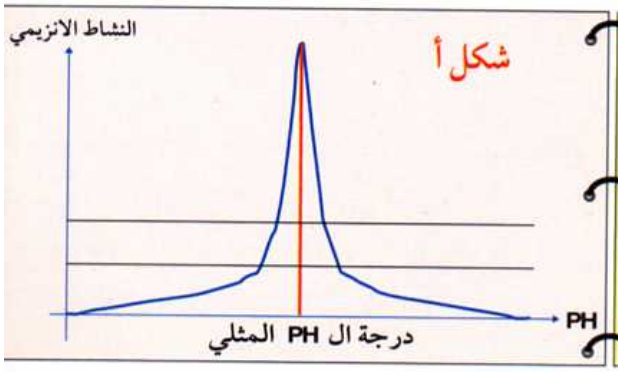
الانزيم
مادة التفاعل
ناتج التفاعل

ومنه نستنتج بأن النشاط الإنزيمي يزداد بزيادة مادة التفاعل



3

عند استبدال مادة التفاعل (الجلوكوز) بالفركتوز والجالاكتوز في وجود الأكسجين وإنزيم Glucose Oxydase فإن المنحنى المسجل يبين أن الأكسجين يكون ثابتا عند كل من الفركتوز والجالاكتوز ويتناقص تدريجيا عند الجلوكوز. ونفسر ذلك بأن النشاط الإنزيمي لا يتم مع الفركتوز والجالاكتوز لأن الموقع الفعال للإنزيم لا يتوافق بنيويا إلا مع الجلوكوز. وهذا هو معنى أن لكل إنزيم مادة تفاعل خاصة به وبالتالي فالإنزيمات نوعية.

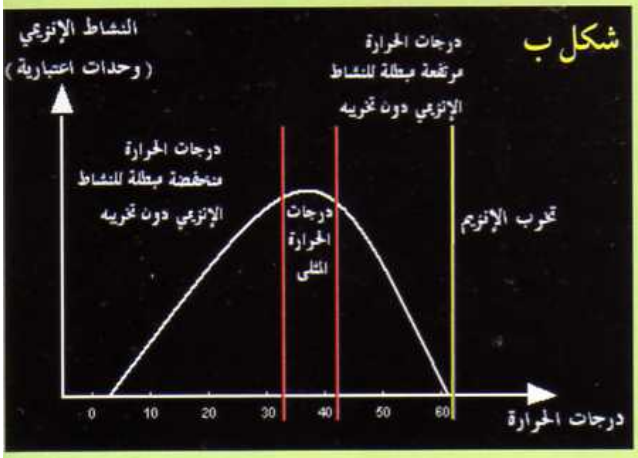


4

تأثير كل من درجة الحرارة وال PH على نشاط الإنزيم :

يبين الشكلان "أ" و "ب" تأثير كل من PH ودرجة الحرارة على النشاط الإنزيمي. حيث يعمل الإنزيم ضمن مجال حراري و PH معين وهناك قيمة مثلى لكل منهما يكون فيها الإنزيم في أوج نشاطه (بالنسبة لل PH وبالنسبة لدرجة الحرارة). خارج هذا المجال بالزيادة أو النقصان فإن التفاعل يتناقص إلى أن يتوقف تماما.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



ونفسر ذلك كما يلي :

- بالنسبة لتأثير ال PH :

إن القيم الدنيا والقصوى لل PH تجعل البروتين الإنزيمي يسلك سلوكا حمضيا أو قاعديا بمعنى يفقد أو يكتسب بروتونات فيكون مشحونا بالسالب أو الموجب وهذا ما يؤثر على الروابط بين جذور الأحماض الأمينية وخاصة في مناطق المواقع الفعالة فتتغير أشكالها مما يجعلها غير متوافقة بنيويا مع مادة التفاعل ويصبح الإنزيم بذلك غير فعال .

-بالنسبة لتأثير درجة الحرارة :

بما أن الإنزيم ذو طبيعة بروتينية فإن الحرارة المرتفعة تخرب الإنزيم بتفكيك الروابط الثانوية أي يفقد بنيته الثانوية والثالثية فيتغير موقعه الفعال ويفقد بذلك نشاطه.

أما الحرارة المنخفضة فهي لا تخرب الإنزيم ولكن يفقد نشاطه بسبب قلة حركة الجزيآت وخاصة في المواقع الفعالة .

خلاصة الوحدة الثالثة

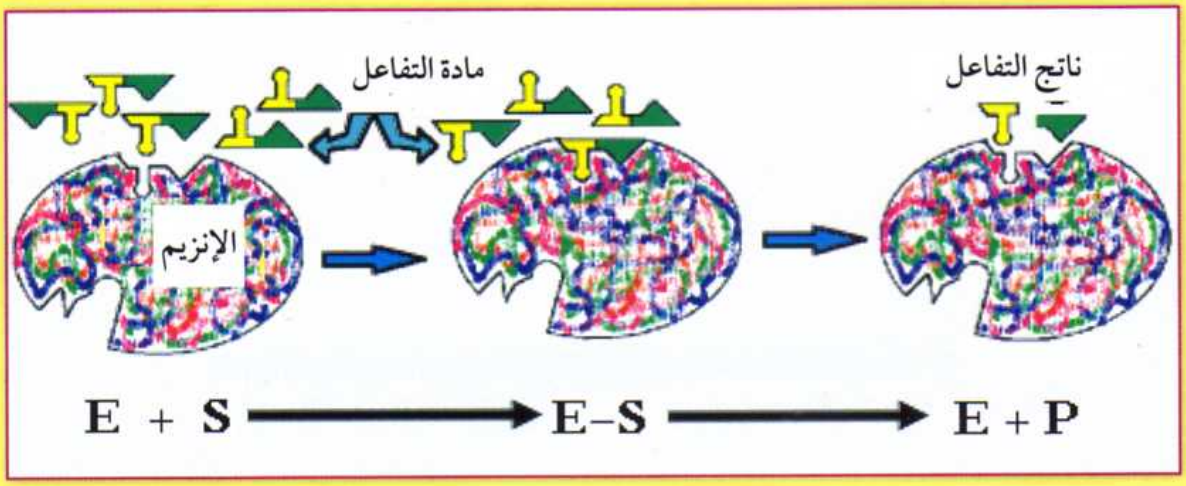
ماهي الإنزيمات ؟ وما أهميتها ؟

مورثة ← استنساخ ← ترجمة ← سلسلة بيبتيدية ذات بنية أولية

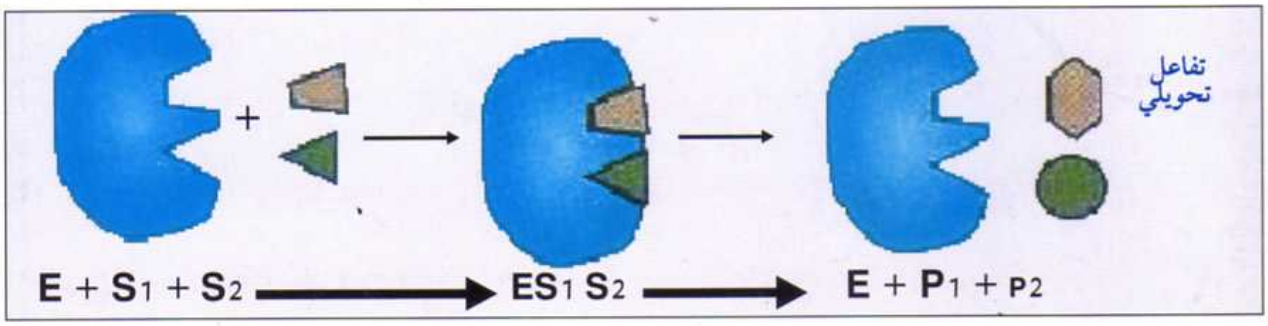
سلسلة بيبتيدية ذات بنية أولية ← تشكل بنية فراغية خاصة نتيجة الروابط الثانوية

تشكل بنية فراغية خاصة نتيجة الروابط الثانوية ← إنزيم ذو بنية محددة وموقع فعال خاص يتوافق بنيويا مع مادة تفاعل معينة

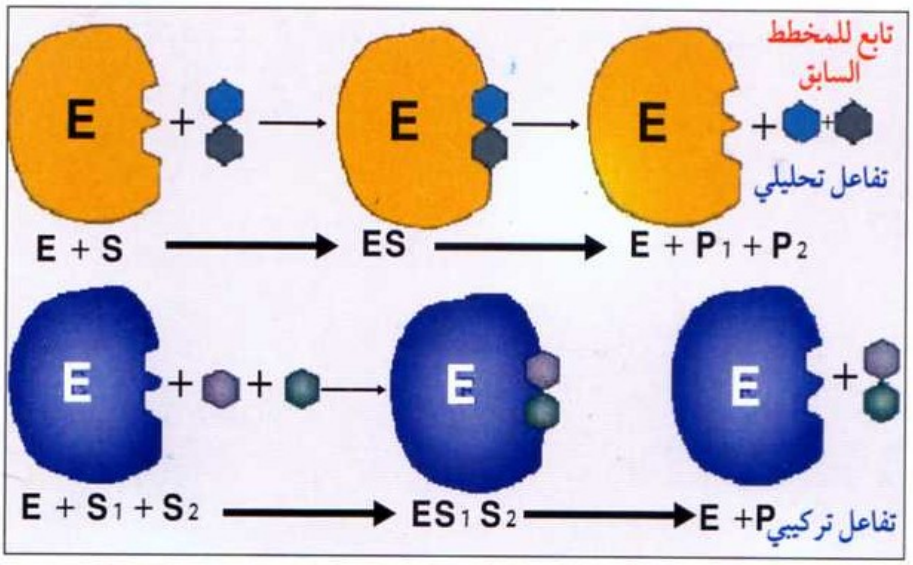
-الإنزيم وسيط كيميائي يعمل على تحفيز التفاعلات البيوكيميائية وفق التفاعل التالي :



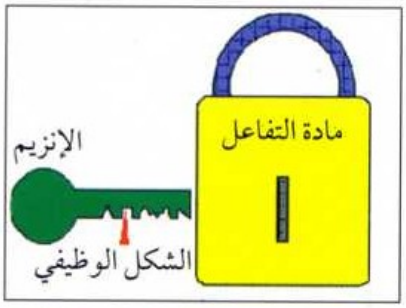
تكون نتيجة هذا التفاعل إما تحويل أو تفكيك أو تركيب كما يبنه المخطط الموالي :



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



يتشكل المعقد إنزيم-مادة التفاعل على مستوى الموقع الفعال للإنزيم حيث يبدي تكاملا بنيويا مع مادة التفاعل إما بشكل طبيعي مثل القفل و المفتاح كما يبينه الشكل أدناه. أو تحفزي بتغيير شكل الإنزيم لإتمام التفاعل .



الوحدة الرابعة دور البروتينات في الدفاع عن العضوية

تمهيد عند دخول جسم غريب إلى العضوية فإنه يتلقى مقاومة شديدة بوسائل دفاعية و هجومية تتدرج في التخصص حسب درجة غزوه للعضوية .

كيف تبدي العضوية مقاومة ضد الأجسام الغريبة التي تغزوها ؟

1 ما هي الخطوط الدفاعية للجسم؟ يلخص الجدول الموالي خطوط الدفاع التي يبديها الجسم تجاه الأجسام الغريبة.

الخط الدفاعي الأول	الخط الدفاعي الثاني	الخط الدفاعي الثاني
1 – الحواجز الطبيعية ■ الجلد ■ الإفرازات المخاطية ■ الدموع ■ العرق ■ حمض ال Hcl ■ الإفرازات التناسلية . **2 – آليات ميكانيكية** ■ العطاس و السعال: لطرد الأجسام الغريبة التي تدخل عبر الفم والأنف ■ القيء والإسهال: في حالات التسمم مثلا .	**الاستجابة الالتهابية** تحدث عند اختراق الجسم الغريب للحواجز الطبيعية عن طريق جرح مثلا . تتدخل في هذه الإستجابة خلايا دفاعية دون تنشيط مسبق.وتتمثل فيما يلي: □ الخلايا البلعمية : وهي الكريات الدموية البيضاء المحببة المتعادلة □ الكريات الدموية البيضاء القاعدية: تفرز الهيستامينات. □ الصفائح الدموية : تفرز خيوط الفيبرين التي تتدخل في الجلطة الدموية.	يحدث عند فشل الخط الدفاعي الثاني وتمكن الجسم الغريب من الدخول إلى الجسم عن طريق اللمف والدم. وهنا يبدي الجسم مقاومة متخصصة حيث تكون حسب نوعية الجسم الغريب على شكلين : ■ العناصر الدفاعية هي عبارة عن أجسام مضادة تعمل على حجز المستضد وتشكيل المعقد المناعي تتم بلعمته من طرف البالعات الكبيرة. ■ العناصر الدفاعية هي الخلايا السامة LTc والتي تقضي مباشرة على المستضد والذي يكون عادة داخل الخلايا المصابة حيث تعمل على إحداث ثقوب في الغشاء مؤدية إلى تحللها.

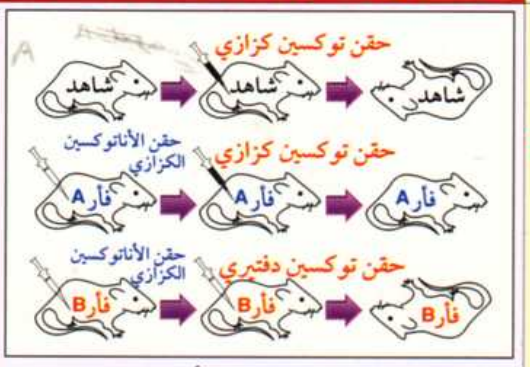
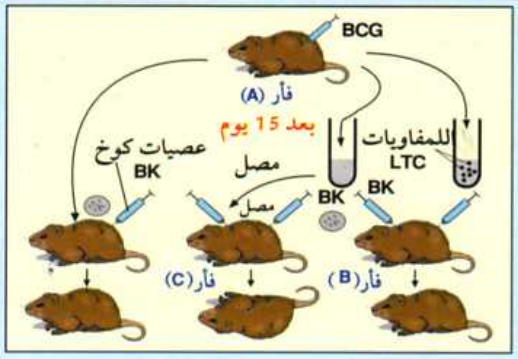
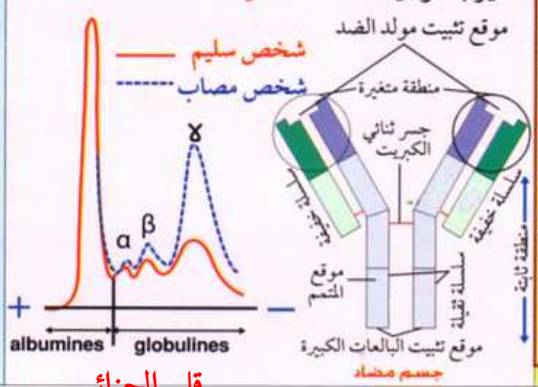
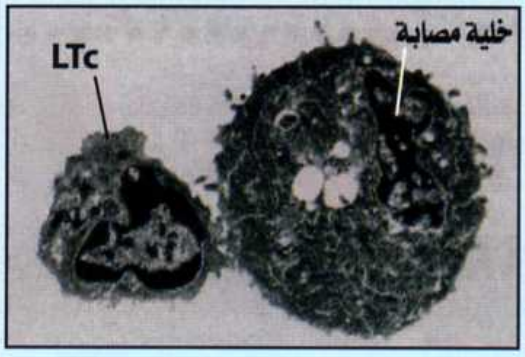
مناعة لا نوعية (فطرية)	مناعة نوعية (مكتسبة)

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ما هي آليات الخط الدفاعي الثالث (المناعة النوعية)؟

يلخص الجدول التالي بشكل مقارن خطي الدفاع الثالث: المناعة الخلطية والمناعة الخلوية .

أ- العناصر الدفاعية

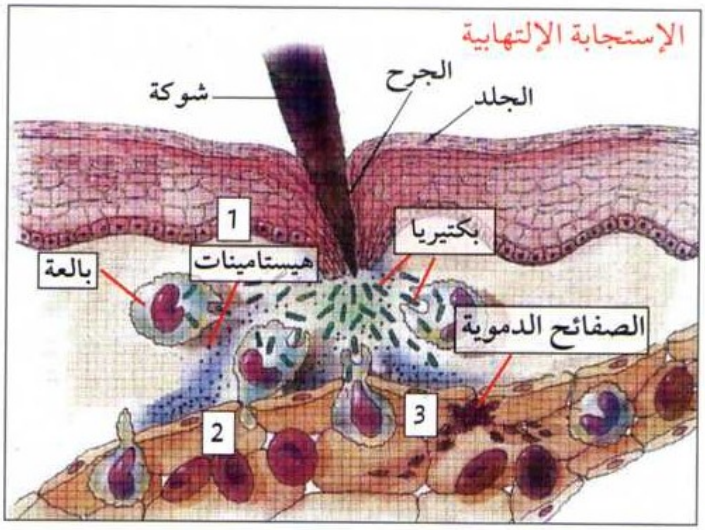
الحالة الأولى للاستجابة المناعية (المناعة الخلطية)	الحالة الثانية للاستجابة المناعية (المناعة الخلوية)
أ-التجارب الموضحة للظاهرة	
	
عند استخلاص المصل من الفأر A وحقنه في الفأر B ثم حقن هذا الأخير بالتوكسين الكزازي، نلاحظ عدم موت الحيوان. العناصر الدفاعية عبارة عن أجسام مضادة ذات طبيعة بروتينية من نوع **globulines ɣ** . تبين نتائج الفصل بالهجرة الكهربائية أن نسبتها تكون مرتفعة جدا في مصل الأشخاص المصابين مقارنة بالذين لم يصابوا بالمرض كما يوضح ذلك المنحنى الموالي، تتواجد في أخلاط الجسم والسوائل الفسيولوجية وخاصة في مصل الدم. تتميز بالنوعية(مناعة خلطية).	عند استخلاص المصل من الفأر"A" وحقنه في الفأر "C" ثم حقن هذا الأخير بعصيات كوخ، نلاحظ موت الحيوان.لكن عند استخلاص نوع من الخلايا اللمفاوية وهي **LTc** وحقنها في الفأر "B" ثم حقن هذا الأخير بعصيات كوخ نلاحظ بقاءه حيا. العناصر الدفاعية عبارة عن خلايا لمفاوية سامة تسمى **LTc** تقضي على الخلايا المصابة بالمستضدات، والخلايا الغريبة (خلايا الطعوم - الخلايا السرطانية) بطريقة نوعية (مناعة خلوية).
	

ب- طبيعة العناصر الدفاعية

الفرق بين المصل و البلازما
البلازما(Plasma):دم بدون كريات دموية حمراء و بيضاء.
المصل (Sérum): بلازما بدون صفائح دموية تحتوي على البروتينات و الجلوكوز و الدسم والعناصر المعدنية ...الخ
يستعمل المصل بدلا من البلازما لمنع تجلط الدم والكشف على البروتينات المناعية باستعمال مختلف التقنيات (الهجرة الكهربائية، اختبار Ouchterlony و ELISA ...)

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

2 كيف يحدث الخط الدفاعي الثاني ؟



تبين الوثيقة المرفقة مراحل الإستجابة الإلتهابية :

1. تحرير الهيستامينات من الخلايا المصابة والتي تعمل على توسيع الشعيرات الدموية
2. تدفق الدم بكمية كبيرة في مكان الإصابة حيث تصبح جدران الشعيرات الدموية ضعيفة مما يسمح بانسلال الكريات الدموية البيضاء والصفائح الدموية عبرها
3. تقوم الكريات الدموية البيضاء ببلعمة البكتيريا بينما تقوم الصفائح الدموية على غلق الجرح (تجلط الدم).

تعريف الإستجابة الإلتهابية

هي عبارة عن رد فعل ضد خطر هجوم خارجي لعوامل ممرضة (مثل البكتيريات والفيروسات) التي تنفذ إلى داخل الجسم إثر حدوث خدش أو جرح ، الهدف منه القضاء على هذا الخطر في موضع الإصابة و غلق الجرح عن طريق تجلط الدم.

ما هي مظاهر الاستجابة الالتهابية ؟

الإنتفاخ: يحدث نتيجة تكدس كمية كبيرة من اللمف في مكان الإصابة والذي يشكل ميدانا واسعا يسمح بتواجد عدد أكبر من البالعات الصغير ة والتي تتسلل بكثرة من الشعيرات الدموية.

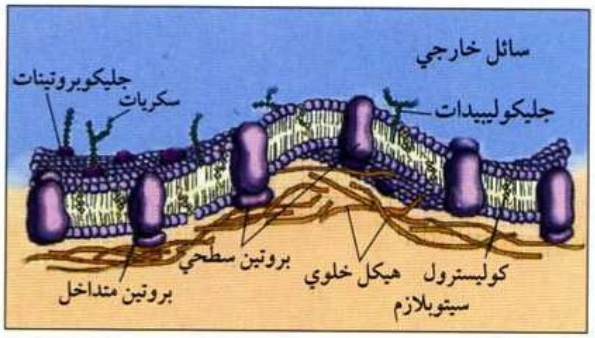
الإحمرار: وينتج عن تضخم الشعيرات الدموية في مكان الإصابة حيث تكون كمية الدم كبيرة.

الألم: ويحدث نتيجة السموم المفرزة من الأجسام الغريبة والتي تعمل على تهييج النهايات العصبية الحسية الموجود في الجلد

الحرارة: ينتج عن تدفق الدم بكميات كبيرة و الذي يعمل على رفع درجة الحرارة موضعيا في مكان الإصابة.

تنتهي الإستجابة الإلتهابية عادة بالقضاء على العوامل الممرضة الخارجية واندمال الجرح، وفي حالة فشل الخط الدفاعي الثاني وتمكن الأجسام الغريبة من الدخول إلى الجسم عبر الدم واللمف،فإنها تتلقى مقامة عن طريق الخط الدفاعي الثالث.

3 كيف يحدث الخط الدفاعي الثالث؟



مفهوم الذات واللاذات

1- بنية الغشاء الهيولي

يبين الشكل التالي بنية الغشاء الهيولي وفق نموذج الفسيفسائي المائع كما يلي :

- طبقتان فوسفوليبيديتان
- يتخلل الطبقتان جزيئات بروتينية سطحية ومتداخلة مختلفة الأحجام
- يوجد على بعض البروتينات السطحية جزيئات سكرية

حيث يطلق عليها بالجليكوبروتينات ويرتبط ببعض الوحدات الفوسفوليبيدية سكريات تسمى الجليكوليبيدات. كما ترتبط بها جزيئات الكلسترول.

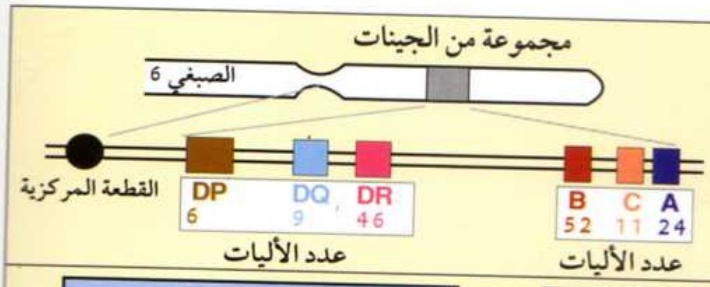
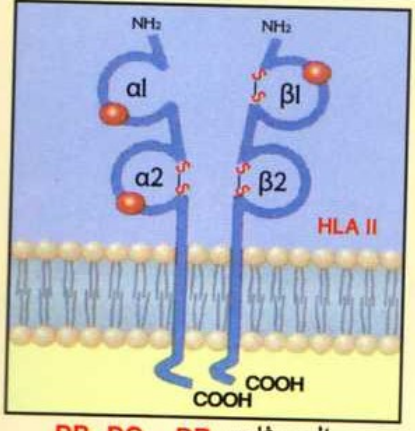
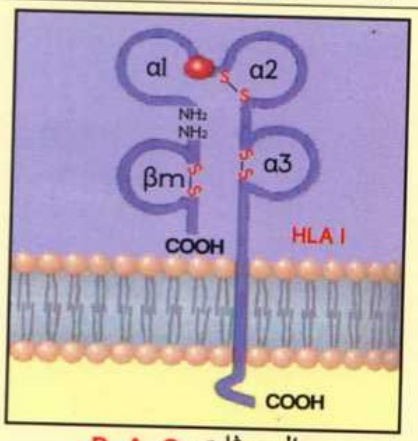
2- مؤشرات الذات البيولوجية

أ- جزيئات ال HLA: هي جزيئات جليكوبروتينية توجد على أسطح الأغشية الخلوية تشكل بطاقة هوية خاصة بكل فرد تختلف عن أي فرد آخر ضمن النوع الواحد.تتميز بالقدرة على تمييز الذات من اللاذات؛ وبالتالي فهي المسؤولة عن حماية العضوية من الأجسام الغريبة والرفض المناعي للأعضاء المزروعة والقضاء على الخلايا السرطانية.

يحدد الجدول الموالي مواصفات وخصائص هذه الجزيئات المناعية .

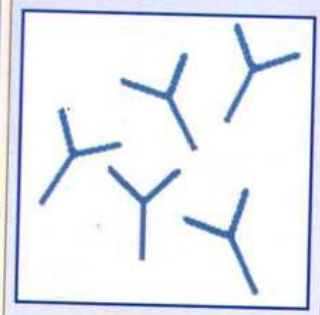
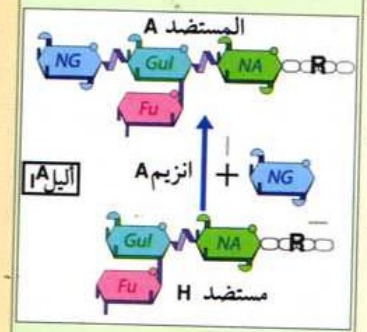
المواصفات	نوع ال HLA	
	HLA I	HLA II
المقر	يتواجد في كل خلايا الجسم ذات النواة بمعنى لا تتواجد في الكريات الدموية الحمراء العديمة النواة .	يتواجد فقط في بعض الخلايا المناعية مثل الخلايا LB والبالعات الكبيرة .

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المنشأ الوراثي	**معقد ال CMH** مجموعة من المورثات في شكل آليلات تشفر لتركيب HLA، تتواجد في الجزء القصير للصبغي السادس. إن هذا التنوع الكبير في الأليلات يترجم إلى متعدد بيبتيد خاص بكل فرد. 
الجزء البروتيني	 المورثات DP, DQ, DR  المورثات B, A, C
الدور : تختص بالمناعة النوعية	تقديم محدد مولد الضد (Epitope) من طرف الخلايا المصابة إلى الخلايا اللمفاوية LT8. تقديم محدد مولد الضد (Epitope) من طرف الخلايا العارضة إلى الخلايا اللمفاوية LT4.

ب - المستضدات الغشائية للكريات الدموية الحمراء

توجد على أسطح أغشية الكريات الدموية الحمراء حالات خاصة تختلف عن نظام HLA يطلق عليها نظام الABO وهي عبارة عن مستضدات غشائية (مولدات الارتصاص) ذات طبيعة جليكوبروتينية (بروتينات + سكريات) ترتبط مباشرة مع الأجسام المضادة (الراصات) الموجودة في مصل الدم بشكل نوعي لتحدث عملية الإرتصاص. وحتى لا يحدث هذا عند نفس الشخص فإن الأجسام المضادة الموجودة في مصل دمه لا تتوافق مع المستضدات الموجودة على سطح الكريات الدموية الحمراء. وهذا يعني أنها ترتبط مع مستضدات الكريات الحمراء لشخص آخر والتي تكون حتما بشكل مخالف لمستضدات الشخص الأول. وعليه فإن هناك أربعة أنماط من الزمر الدموية والتي يمكن توضيح خصائصها وفق الجدول الموالي :

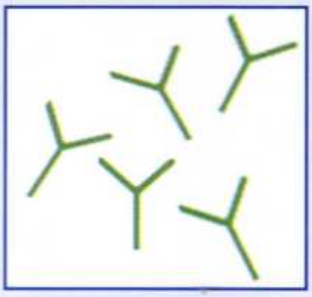
الزمرة الدموية	الأجسام المضادة في المصل	المستضدات	المنشأ الوراثي	ملاحظات
A تعني هذه الزمرة أن المستضدات الموجود على أسطح الكريات الحمراء هي من نوع A.	ضد B 	 الأجسام المضادة الموجودة في مصل الدم غير قابلة للارتباط مع المستضد الموجود على سطح الكرية الحمراء لأنها ضد B.	مورثة في الصبغي 9 والتي يوجد منها ثلاث أليلات i^0، I^B، I^A حيث I تسود على i أما الأليلان I^B I^A فلا سيادة بينهما. يترجم كل أليل إلى بروتين ثم إلى إنزيم يعمل على تشكيل نوع معين من سكريات المستضد. 	تتطلب عملية نقل الدم من شخص إلى آخر أن يكون الفردين من نفس الزمرة الدموية A.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

B

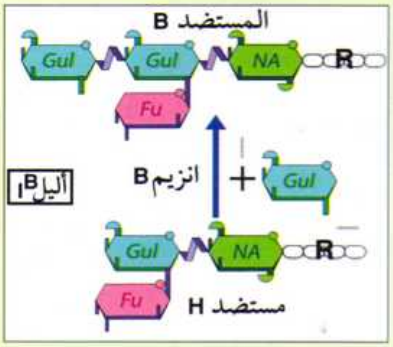
تعني هذه الزمرة أن المستضدات الموجود على أسطح الكريات الحمراء هي من نوع B.

ضد A





الأجسام المضادة الموجودة في مصل الدم غير قابلة للإرتباط مع المستضد الموجود على سطح الكرية الحمراء فهي ضد A .



تتطلب عملية نقل الدم من شخص إلى آخر أن يكون الفردين من نفس الزمرة الدموية B .

AB

تعني هذه الزمرة أن المستضدات الموجود على أسطح الكريات الحمراء هي من نوع A و B.

لا يوجد



لا توجد في مصل الدم أجسام مضادة لأن سطح الكرية الحمراء يحتوي على المستضدين معا.

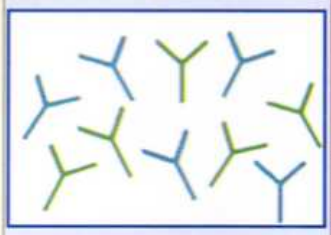
المستضد A+ المستضد B بمعنى وجود الإنزيمين A و B معا.
فالمستضدات عبارة عن جزيئات سكرية ترتبط بجزيئات بروتينية. تتشكل هذه السكريات بفضل إنزيم A و انزيم B معا.

ما دام ليس هناك أجسام مضادة ، فإن عملية نقل الدم لا تشترط زمرة معينة.
إنها زمرة :
الآخذ العام

O

تعني هذه الزمرة أن المستضدات غير موجود على أسطح الكريات الحمراء.

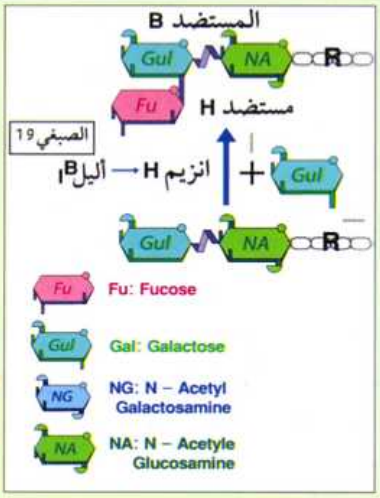
ضد A وضد B



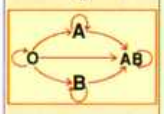
ملاحظة:
الأجسام المضادة هي من نوع IgM.



وجود الأجسام المضادة في المصل من النوعين A و B يعني عدم وجود مستضدات A و B على سطح الكرية الحمراء. ويوجد فقط المستضد H الذي ليس له أجساما مضادة



ما دام ليس هناك مستضدات فإن هذه الفئة يمكن أن تمنح الدم لأي زمرة دموية.
إنها تمثل زمرة:
المعطي العام.
وعليه يكون نظام نقل الدم كما يلي:



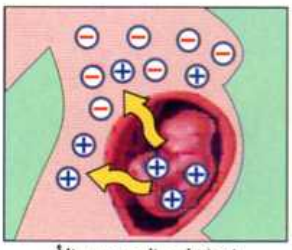
عامل الريزوس (Rh) :

لوحظ لدى بعض الأشخاص عند نقل ثاني للدم حدوث ارتصاص للكريات الدموية الحمراء رغم أن دم المعطي هو من نفس الزمرة الدموية للشخص المستقبل. بمعنى هناك مستضد آخر على أسطح أغشية الكريات الدموية الحمراء عند هؤلاء الأشخاص يطلق عليه المستضد D وبالتالي هناك صنفين للأشخاص الحاملين لمختلف الزمر الدموية وذلك تبعا لوجود أو غياب هذا المستضد

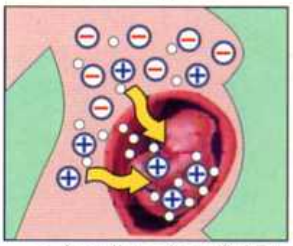
- موجب الريزوس Rh^+ وجود المستضد D على سطح غشاء الكريات الحمراء
- سالب الريزوس Rh^- غياب هذا المستضد على سطح غشاء الكريات الحمراء

فمثلا أن الأشخاص الحاملين للزمرة الدموية B نميز منهما فئة B^+ وفئة B^- ...وهكذا.

لذلك ينبغي أن يؤخذ عامل الريزوس بعين الإعتبار في حالة نقل ثاني للدم. كما يمكن أن يسبب عامل الريزوس مشكلا للجنين في رحم المرأة الحامل، ففي حالة زواج رجل موجب الريزوس مع إمرأة سالبة الريزوس فإنه يحتمل أن يكون الجنين موجب الريزوس وبالتالي عند اختلاط دمه مع دم الأم في مستوى المشيمة فإن دم الأم يشكل أجساما مضادة تنتقل إلى دم الجنين فتحدث بعض المشاكل مثل ارتصاص جزء من الكريات الحمراء خاصة خلال الحمل الثاني والذي يؤدي إلى موت الجنين.



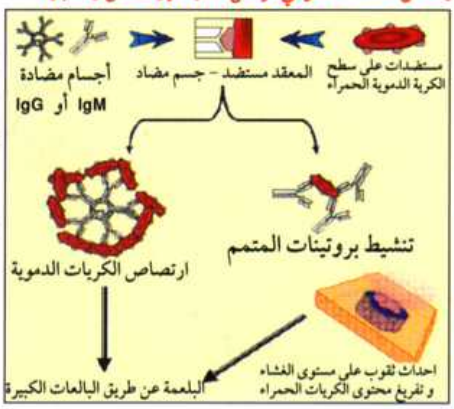
اختلاط دم الجنين بدم الأم



انتقال الكريات الحمراء للجنين الى جسم الأم أجساما مضادة تنتقل الى جسم الجنين فتحدث الإرتصاص

كيف يحدث الإرتصاص وما هي نتائجه؟

يلخص المخطط الموالي مراحل عملية الإرتصاص ونتائجها



كليك للنشر
ClicEdition
2010-120

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

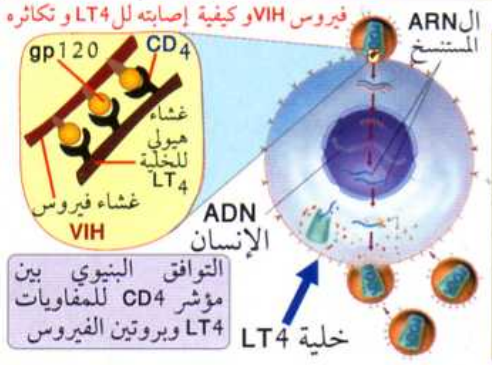
ما الفرق بين بروتينات المتمم والبرفورينات؟

تتشابه من حيث أنها جزيئات بروتينية متخصصة في القضاء على المستضدات بإحداث ثقوب على أسطح أغشيتها لتنفجر في النهاية وهذا ما يعرف بالصدمة الحلولية. إلا أن هناك فروقا فيما بينها نوضحها من خلال الجدول التالي :

	بروتينات المتمم	البرفورينات
● مكان التواجد	في مصل الدم (الوسط الداخلي) في شكل جزيئات بروتينية تتكفل بالقضاء على المستضدات الخلوية في أخلاط الجسم قبل وصولها إلى الخلايا المستهدفة. كما تساعد على بلعمة المعقدات المناعية.	في الخلايا اللمفاوية LTc تتكفل بالقضاء على المستضدات الموجودة داخل الخلايا المصابة.
● نمط المناعة النوعية	مناعة خلطية	مناعة خلوية
● كيفية التأثير	تتجمع حوالي عشرين جزيئه من بروتينات المتمم لترتبط في النهاية بالمنطقة الثابتة للأجسام المضادة ليتشكل في النهاية معقد الهجوم الغشائي (CAM). ثم تنطلق تدريجيا الواحدة تلو الأخرى لتثبت على سطح غشاء الخلية المحجوزة محدثة ثقوبا تعمل على تفجيرها (صدمة حلولية).	تلتصق LTc بالخلية المصابة تفرز خلالها البرفورينات التي تحدث ثقوبا عل سطح غشاء الخلية المصابة مما يسمح بدخول الماء بغزارة فتمتلئ لتنفجر في الأخير (انحلال الخلية).

ما الفرق بين LB و LT8 و LT4 والبالعات الكبيرة من حيث الدور؟

اللمفاويات LB	اللمفاويات LT_8	اللمفاويات LT_4	البالعات الكبيرة
التعرف المباشر على المستضدات مهما كان مصدرها خارجية المنشأ وحتى داخلية المنشأ لكن قبل دخولها إلى الخلايا المستهدفة لتتحول إلى خلايا متخصصة تعرف بالبلاسموسيت تفرز أجساما مضادة تقوم بحجز المستضدات مشكلة معها معقدات مناعية تقدم إلى البالعات الكبيرة للقضاء عليها نهائيا. تبقى هذه الأجسام المضادة موجودة في أخلاط وسوائل الجسم (مصل - لمف - دموع...) للمحافظة على الوسط الداخلي للجسم، إنها المناعة الخلطية.	مراقبة وحماية خلايا الجسم عن طريق التكفل بالمستضدات داخلية المنشأ تتعرف عليها بصورة غير مباشرة عن طريق الخلايا المصابة أو المستهدفة يتم فيها تقديم محدد المستضد بواسطة جزيئات ال HLA I لتتحول إلى خلايا متخصصة يطلق عليها الخلايا اللمفاوية السامة (LTc) حيث تقضي على المستضدات بنسف الخلايا المصابة، إنها المناعة الخلوية.	التكفل بالمستضدات داخلية المنشأ وخارجية المنشأ تتعرف عليها بصورة غير مباشرة عن طريق الخلايا العارضة مثل الماكروفاج التي تقوم بعرض محدد المستضد بواسطة جزيئات ال HLA II لتتحول إلى خلايا متخصصة يطلق عليها الخلايا اللمفاوية المساعدة (LTh) حيث تحفز عن طريق مبلغات كيميائية من نوع IL2 اللمفاويات LB و LT8 على التكاثر والتمايز. إن اللمفاويات LT4 لا تقضي على المستضدات ولكنها تلعب دورا أساسيا في التنسيق والتعبئة. يمكن تشبيهها في المجال العسكري بقيادة قوات الدفاع العامة.	- قبل الإصابة: التعرف المباشر على المستضدات مهما كان مصدرها ومكان تواجدها والقضاء عليها مباشرة ببلعمتها وتحليلها عن طريق إنزيمات محللة. ثم تقديم بطاقة تعريف المستضد (محدد المستضد) إلى الخلايا اللمفاوية LT4. - بعد الإصابة: التكفل ببقايا الخلايا الميتة والمعقدات المناعية لتفكيكها.



مرض فقدان المناعة المكتسبة

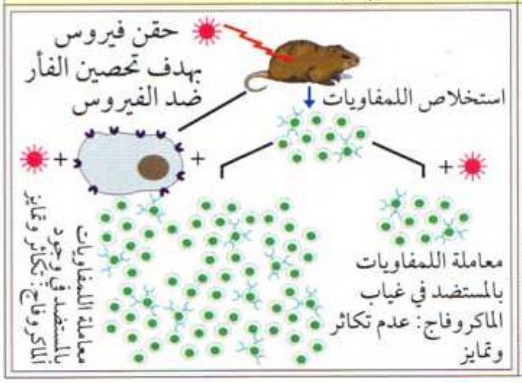
ويسمى مرض الإيدز أو السيدا سببه فيروس VIH. تعتبر مقاومة هذا المرض على الجبهتين : الخلطية و الخلوية مثال نموذجي للتنسيق والتعاون الوظيفيين بين مختلف الوسائل الدفاعية الخاصة بالمناعة النوعية.

إن فيروس السيدا لا يتواجد في الطبيعة بصورة حرة بل داخل جسم الشخص المصاب في سوائل الجسم وخاصة الدم وبالتالي فهو لا يخترق الجسم إلا عن طريق دم ملوث باستعمال إبر مستعملة وملوثة بهذا الفيروس أو الاتصال الجنسي بمعنى إذا كان أحد الجنسين حاملا للفيروس فإن الآخر سيصاب به حتما وهذا لا يكون بطيسعة الحال إلا في حالات التزاوج الغير الشرعي.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ما دور البالعات الكبيرة (Macrophages) ؟

منشؤها نقي العظام وهي من عائلة الكريات الدموية البيضاء حيث تكون في البداية غير منشطة وتسمى Monocytes لتتحول إلى بالعات كبيرة، تتواجد في مختلف أنحاء الجسم.ويمكن تحديد دور هذا النوع من الخلايا المناعية من خلال الجدول الموالي:

الدور	التوضيحات	
	بلعمة قبلية	بلعمة بعدية
(1) البلعمة تنقي الجسم والجهاز المناعي من المستضدات وبقياها	بلعمة المستضدات التي تخترق الخط الدفاعي الثاني وتنتشر في الدم و اللمف.حيث تتفكك المستضدات عن طريق إنزيمات محللة.	بلعمة المعقدات المناعية الناتجة عن ارتباط الأجسام المضادة بالمستضدات (مناعة حلطية) والخلايا المخربة من طرف اللمفاويات السامة LTc (مناعة خلوية) حيث تلعب دور مقبرة جماعية لكل المستضدات وبقاياها.
(2) خلايا عارضة (CPA) تقوم بإعلام LT4 عن وجود أجسام غريبة (مستضدات) داخل الجسم.	تحسيس LT4 بخطر وجود جسم غريب وتحديد هويته عن طريق تقديم محدداته والذي يتبعه تحول LT4 إلى LTh لتعمل بدورها على تنشيط اللمفاويات LB و LT8 المتحسسة مسبقا بالمستضد لتتكاثر وتتمايز. وهذا يعني أنه في غياب الماكروفاج فإن عملية التكاثر والتمايز لا تتم بصورة كاملة وخاصة مع المستضدات داخلية المنشأ. توضح الوثيقة المرفقة التجارب التي تسمح بإثبات ذلك:	

ما هي السيتوكينات وما أهميتها ؟

إن تعبئة الجسم على مختلف الجبهات (طريق خلطي وطريق خلوي) للقضاء على الأجسام الغريبة الغازية، يتطلب تنسيقا واتصالا بين مختلف الخلايا المناعية الفاعلة. وهذا لا يكون إلا عن طريق مبلغات كيميائية يطلق عليها السيتوكينات (Cytokines) فهي بروتينات تفرزها الخلايا المناعية المتدخلة في الاستجابة المناعية النوعية خاصة منها LTh.يوضح الجدول الموالي أهم السيتوكينات ومواصفاتها:

المواصفات	Interleukine-1	Interleukine-2	Interleukine-4	Interféron
الخلايا المفرزة	الخلايا العارضة/ الخلايا المصابة	الخلايا اللمفاوية المساعدة LTh	الخلايا اللمفاوية المساعدة LTh	الخلايا المصابة
الدور	تنشيط الخلايا اللمفاوية LB و LT المتحسسة بالمستضد.	تحفيز الخلايا اللمفاوية LB و LT8 المتحسسة بالمستضد على الانقسام والتمايز.	تحفيز الخلايا اللمفاوية LB على الانقسام والتمايز إلى بلاسموسيت.	حث الخلايا المصابة للخلايا السليمة المجاورة على انتاج بروتينات تمنع تكاثر الفيروس.

ما الفرق بين الفيروس والبكتيريا؟

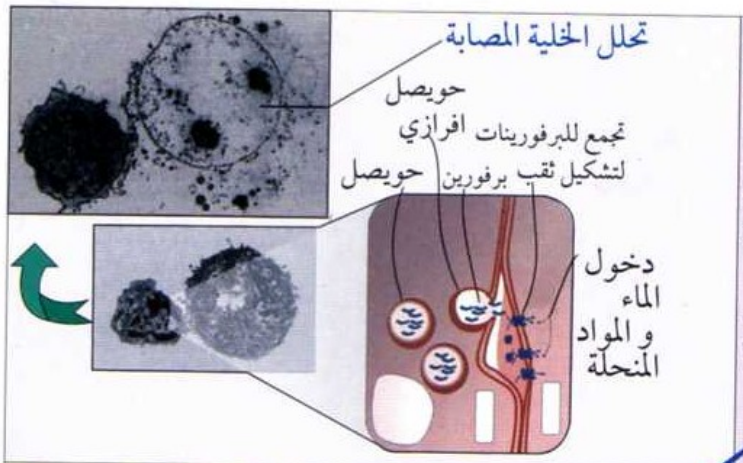
الفيروس	البكتيريا
1 – أصغر حجما بكثير من البكتيريا ولا يحتوي إلا على المادة الوراثية (ADN أو ARN مع إنزيم الاستنساخ العكسي) محاطة بمحفظة بروتينية ولذا لايمكن اعتباره خلية بمعنى الكلمة. 2 – يعيش متطفلا على نوع محدد من الخلايا يطلق عليها الخلايا المستهدفة حيث يتدخل في برنامجها الوراثي عن طريق حقن مادته الوراثية فيADN الخلية المصابة (أو ARN مرفق بإنزيم الاستنساخ العكسي لتحويله إلى ADN) لتوجيه العملية نحو تركيب بروتينات نوعية خاصة بالفيروس بدلا من البروتينات الخاصة بالخلية وهكذا يتكاثر الفيروس على حساب هذه الخلايا التي تموت ليهاجم خلايا أخرى.وهذا هو السبب في كون الفيروس خفيف الحمل فهو لا يحتوي على ميتوكندريا لإنتاج الطاقة ولا ريبوزومات لتركيب البروتينات ... لأن ذلك كله موجود عند الخلية المصابة (لاحظ الشكل الخاص بفيروسVIH ص6) .	1 – خلية بكل محتوياتها ولكنها غير حقيقية النواة. 2 – طريقة التطفل تكون بإفراز مواد سامة تفتك بالخلايا لتستعمل ما يخرج منها من مواد عضوية وطاقوية لصالحها فتتكاثر وتنمو بهذه الكيفية. يمكن تشبيه البكتيريا باللص الذي يسطو على المصنع ليستعمل ما فيه من غث وسمين. أما الفيروس فهو ذلك المحتال الذكي الذي يحول نشاط المصنع لصالحه عن طريق فرض برنامج خاص لينتج له ما يحتاجه وتعطيل عمله الخاص.ومن هنا جاءت تسمية الفيروس الإلكتروني في عالم الأنترنيت والمعلوماتية الذي يستعمل عادة في تعطيل برامج الحاسوب والتجسس عليها...

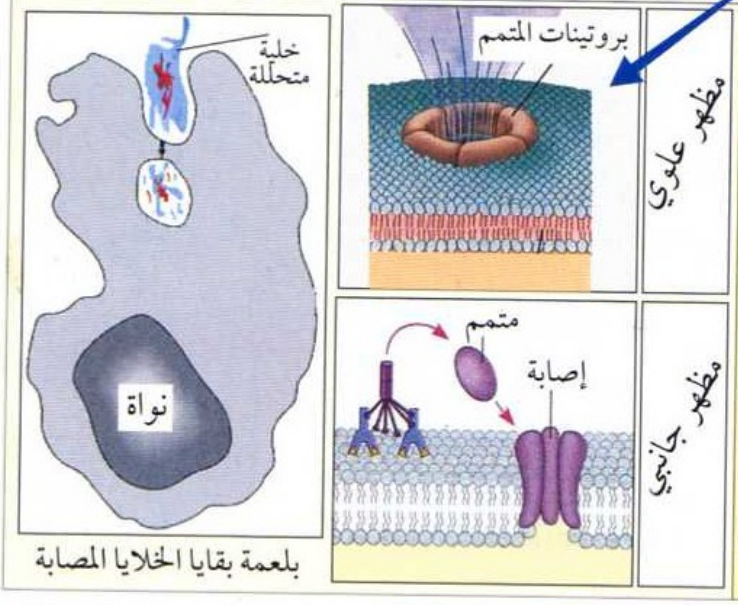
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

القضاء على المستضدات وإبطال مفعولها

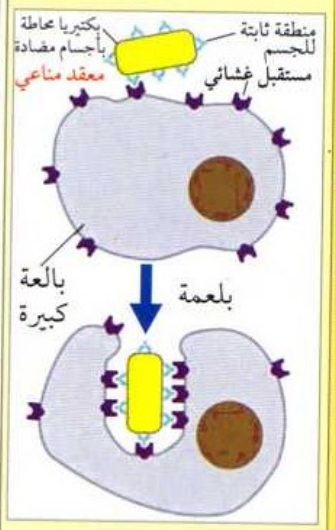
لإبطال مفعولها لكن دون القضاء عليها. وينتج عن ذلك إما ترسيب (المستضدات عبارة عن مواد منحلة مثل السموم) أو ارتصاص (المستضدات عبارة عن خلايا مثل البكتيريا والكريات الدموية الحمراء).

ويمكن أن تساعد بروتينات المتمم في إقصاء المستضد كما يوضحه الشكل التالي :





تم القضاء النهائي على المستضادات عن طريق البالعات لكبيرة Macrophages حيث تقوم بهضم لمعقدات المناعية وبقايا الخلايا والخلايا الميتة والخلايا السرطانية و الغبار والبكتيريا والفطريات...الخ.



ما الفرق بين الخلايا العارضة والخلايا المصابة؟

الخلايا العارضة (CPA)

Cellules **P**résentatrice **A**ntigène



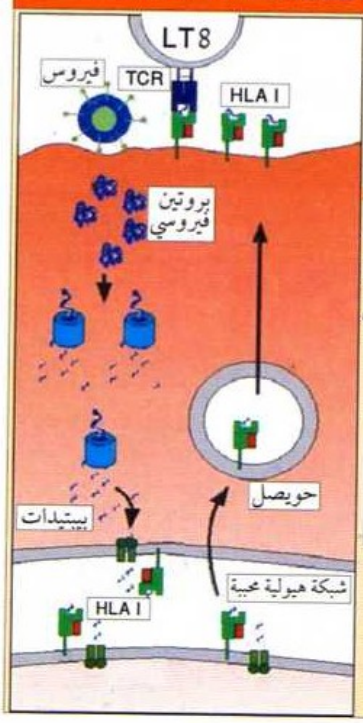
هي خلايا تقوم بعرض بيبتيد أو محدد مولد الضد خارجي المنشأ عن طريق جزيئات HLA II للخلايا اللمفاوية LT4 بعد استدخاله إما عن طريق:

- بلعمة المستضد بكامله (كما يحدث مع البالعات الكبيرة).
- استدخال معقد جسم مضاد-مولد الضد بالنسبة للخلايا اللمفاوية LB والذي يسمح بإدخال محدد مولد الضد لعرضه عن طريق جزيئات HLA II.

يرفق بالعملية إفراز المبلغ الكيميائي Interleukines I الذي يعمل على تنشيط اللمفاويات LB و LT.

الهدف من العملية هو تحسيس اللمفاويات LT4 حتى تقوم بتنشيط الخلايا اللمفاوية LB و LT8 للتكاثر والتمايز.

الخلايا المصابة (Cellules infectées)

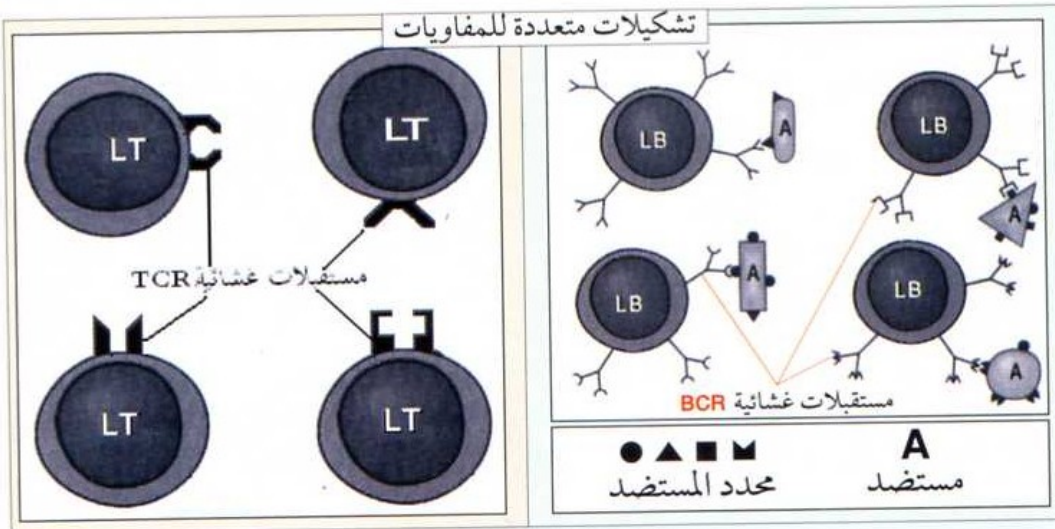


هي خلايا مصابة بفيروس أو نوع من البكتيريا تسمى الخلايا المستهدفة تقوم بعرض بيبتيد أو محدد مولد الضد (الداخلي المنشأ) عن طريق جزيئات HLA I للخلايا اللمفاوية LT_8 حيث يتم انتقاء النوع الخاص بهذا المستضد بعد التعرف عليه وفق ما يبينه الشكل التالي: ←

الهدف من العملية هو تشكيل خلايا لمفاوية سامة للقضاء على المستضد.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

التعرف على المستضد والانتقاء النسيلي



(ب) تحسيس الخلايا اللمفاوية LT_4

يتم تقديم محدد مولد الضد من طرف الخلايا العارضة (البالعات الكبيرة أو الخلايا اللمفاوية LB) الى الخلايا اللمفاوية LT_4 حيث يكون التعرف مزدوجا:

تعرف على جزيئات ال HLA II الموجودة على سطح غشاء الخلية العارضة .

تعرف على موقع تثبيت مؤشر ال CD_4 .

ومما يساعد على عملية التحسيس هو إفراز الخلايا العارضة Interleukines I .

بعد تحسيس الخلايا اللمفاوية LT_4 تتحول إلى خلايا لمفاوية مساعدة LTh (LT helper) المتخصصة.

(ج) التحفيز والتكاثر

بعد التعرف على المستضدات وانتقاء نوع الخلايا اللمفاوية ، تقوم اللمفاويات LT_h بإفراز مبلغات كيميائية من نوع Interleukines II والتي تحفز هذه الخلايا اللمفاوية (بما فيها LT_h نفسها) لتدخل في عملية تكاثر وتتشكل لمة من الخلايا اللمفاوية المتخصصة.

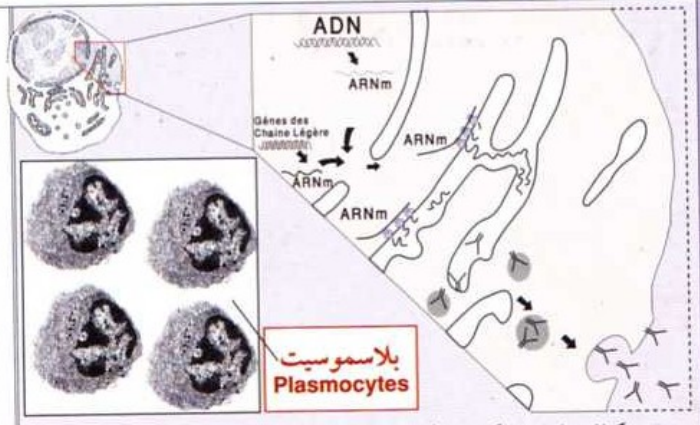
لا تؤثر الأنترلوكينات إلا على اللمفاويات المنشطة والتي تحمل مستقبلات غشائية خاصة بهذه المبلغات حيث تتشكل هذه المستقبلات نتيجة اتصالها بالمستضد والتحفيز من طرف Interleukines I المفرز من طرف الخلايا العارضة.

(د) التمايز وإنتاج العناصر الدفاعية

تتميز الخلايا الذاكرة بقدرتها على التعرف على المستضد بسرعة فائقة ولو كان بنسبة قليلة و با التالي فإن الإستجابة المناعية النوعية تكون سريعة في حالة إصابة ثانية.

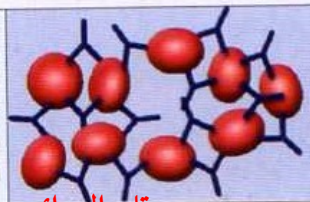


بعد تكاثرها وتشكيل لمة من اللمفاويات المتشابهة ، فإنها تتحول إلى خلايا سامة LTc المتخصصة.
و خلايا ذاكرة تسمى L m تحتفظ بنسخة عن المستضد في حالة غزوه مرة ثانية للجسم فإنها تتعرف عليه مباشرة.



بعد تكاثرها وتشكيل لمة من اللمفاويات المتشابهة تتمايز إلى بلاسموسيت الغنية بالشكة الهيولية المحببة و جهاز كولجي و حويصلات، حيث تقوم بإفراز الأجسام المضادة المتخصصة.و خلايا ذاكرة تسمى LBm تحتفظ بنسخة عن المستضد في حالة غزوه مرة ثانية للجسم فإنها تتعرف عليه مباشرة.

(هـ) القضاء على المستضدات وإبطال مفعولها



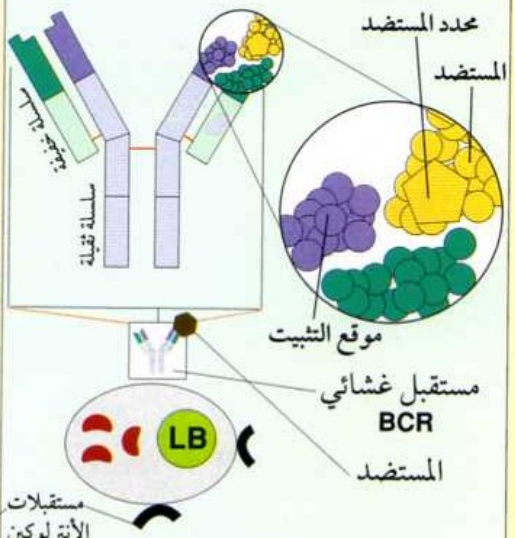
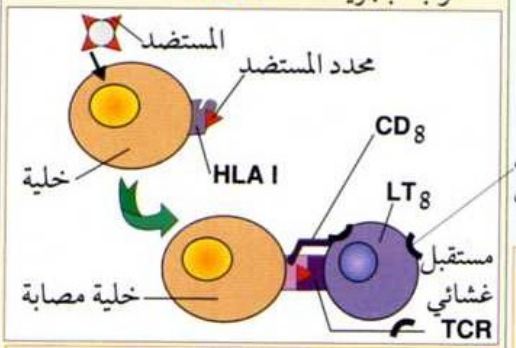
تشكيل المعقد المناعي :
إن الهدف من تشكيل المعقد المناعي هو حجز المستضدات من طرف الأجسام المضادة

تفرز الخلايا اللمفاوية السامة (LTc) البورفورينات التي تعمل على إحداث ثقوب أو قنوات في أغشية الخلايا المستهدفة مما يسمح بدخول الماء والمواد المنحلة وينتهي بنسف الخلايا المصابة وبالتالي القضاء على المستضد داخل الخلية وهذا ما يعرف بالصدمة الحلولية.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ج- الخلايا المنتجة للعناصر الدفاعية	الخلايا اللمفاوية LB (أصل الحرف B من الكلمة الأنجليزية Bone والتي تعني عظم) .	الخلايا اللمفاوية LT (LT8الناضجة) (أصل الحرف T من الكلمة Thymus)
هـ منشأ الخلايا اللمفاوية ونضجها	تنشأ وتنضج في نقي العظام.	تنشأ في نقي العظام وتنضج في غدة التيموس لتتمايز إلى LT4 و LT8 حيث تكتسب كفاءتها المناعية بالقدرة على التعرف على جزيئات الذات (HLA) وبيبتيد اللاذات معا.

ب- التخلص من المستضدات

المراحل	المناعة الخلطية	المناعة الخلوية
(أ) التعرف على المستضد والانتقاء النسيلي	نوعية المستضدات عبارة عن سموم أو بكتيريا أو فيروسات تسبح في السوائل الفسيولوجية (الدم واللمف ...).يتم التعرف عليها بطريقة مباشرة من طرف الخلايا اللمفاوية LB والبالعات الكبيرة في العقد اللمفاوية .	نوعية المستضدات عبارة عن: ● بكتيريا وفيروسات توجد داخل الخلايا المصابة. ● الخلايا السرطانية: وهي خلايا الذات تتحول إلى لاذات بدخولها في عملية تكاثر بشكل فوضوي. ● الطعوم المرفوضة: وهي الأنسجة والأعضاء المزروعة والتي تؤخذ من غير ذات الجسم أو من غير التوأم الحقيقي.يتم التعرف على محددات هذه المستضدات من طرف الخلايا LT بطريقة غير مباشرة بواسطة خلايا مصابة ، حيث يكون التعرف عليها مزدوجا: ■ تعرف على بيبتيدات ناتجة عن البروتينات داخلية المنشأ تقدم على أسطح أغشية الخلايا المستهدفة. ■ تعرف على موقع تثبيت مؤشر ال CD8 المرتبط بجزيئات ال HLA I .
		
	يتم انتقاء نوعية الخلايا اللمفاوية LB عن طريق التوافق البنيوي بين المستقبلات الغشائية BCR وبين محددات المستضدات.	تم انتقاء نوعية الخلايا اللمفاوية LT8 عن طريق التوافق البنيوي بين المستقبلات الغشائية TCR وبين محددات المستضدات.

ينتج عن التعرف على المستضد تشكل مستقبلات غشائية للمبلغات الكيميائية الخاصة بالتنشيط والتكاثر.

إن اختيار نمط الاستجابة المناعية النوعية خلطية أو خلوية يعود بالأساس إلى نوع المستضد:

■ خارجي المنشأ:استجابة مناعية خلطية ■ داخلي المنشأ: استجابة مناعية خلوية

فالمستضدات هي التي تنتقي نوع الخلايا اللمفاوية المتخصصة وبالتالي فهي التي تحدد نمط الاستجابة المناعية.والجسم الغريب لا يكون مستضدا إلا إذا وجدت مستقبلات غشائية خاصة به. فهناك خزان كبير للمفاويات في العضوية لكل المستضدات التي يمكن أن تغزو الجسم بحيث تخضع للقانون التالي: **خلية لمفاوية واحدة لمستقبل غشائي واحد لمستضد واحد.**

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الأغرب من هذا كله هو أن الخلايا المستهدفة لهذا الفيروس هي الخلايا المناعية التي تعبئ وتنسق الاستجابة المناعية النوعية وهي البالعات الكبيرة واللمفاويات LT4 والسبب في ذلك يعود إلى التوافق البنيوي بين مؤشر CD4 لهذه الخلايا اللمفاوية وجزيئ جليكوبروتيني موجود على سطح غشاء الفيروس يسمى gp120 كما ي يوضحه الشكل السابق:
لدراسة هذا المرض الفتاك والتعرف على آليات الإصابة به نستعرض منحنى مراحل الإصابة المرفق: ←



تحليل المنحنى:

المرحلة الأولى
مرحلة الإصابة الأولية
(وتدوم حوالي 9 أسابيع)

تتعرف الخلايا اللمفاوية LB مباشرة على الفيروس الموجود في الدم واللمف حيث تتشكل أجسام مضادة خاصة بهذا الفيروس لكن بعد فترة طويلة (6 أسابيع) يكون خلالها فيروس VIH قد تمكن من غزو الخلايا المستهدفة وهي LT4 الأمر الذي يجعل نسبتها تتناقص تدريجيا (من 1000 خلية إلى 500 خلية لمفاوية في المم المكعب الواحد). مما يجعل الشحنة الفيروسية تتصاعد من حيث الكم لتصل إلى 10^6 تقريبا . لكن في نهاية هذه الفترة فإن يشهد المنحنى هبوطا ملحوظا في الشحنة الفيروسية لينقص تركيزها إلى النصف تقريبا وبالمقابل ارتفاعا محسوسا في تركيز اللمفاويات LT4 . ونفسر ذلك بأن كما هائلا من اللمفاويات LTc يكون قد تشكل مما يسمح بالقضاء على عدد من الفيروسات ويسمح بالمقابل بتكاثر الخلايا اللمفاوية LT4.فتنخفض نسبته لتصل إلى أدنى قيمة لها (حوالي 4.10^3) بالتوازي فإن نسبة اللمفاويات LT4 تزداد لتصل إلى حوالي 600 .
تقوم الخلايا المصابة (LT4) بعرض محدد الفيروس على الخلايا اللمفاوية LT8 لتتحول إلى خلايا سامة LTc بفضل اللمفاويات LThالتي لم تصب بعد بالفيروس تكون فيها LT4 المصابة ضحية لها حيث تقضي عليها بالطريقة المعروفة (مناعة خلوية).

المرحلة الثانية
مرحلة تدخل المناعة الخلطية وتسمى مرحلة المصل الموجب

في هذه المرحلة يستمر منحني الشحنة الفيروسية في هبوط ليصل إلى أدنى مستوى له (حوالي 10^3) ويستمر بالمقابل منحنى تركيز LT4 في الصعود ونفسر ذلك بإنتاج الأجسام المضادة ضد الفيروس لتشكيل المعقدات المناعية و إقصائه مما يضعف من الشحنة الفيروسية ويسمح برفع نسبة اللمفاويات LT4لكن طبيعة المستضد الداخلي المنشأ والذي يستعصي على الأجسام المضادة يجعله ينشط من جديد ليغزو الخلايا المستهدفة والقضاء على نسبة كبيرة منها.حيث تتعرض إلى التخريب من جهتين.

■ الفيروسات ■ الخلايا السامة LTc

المرحلة الثالثة
مرحلة العجز المناعي والإصابة بمرض السيدا

يبين المنحنى ارتفاعا تدريجيا في الشحنة الفيروسية لتصل إلى أعلى مستوى لها(10^6) يقابل ذلك هبوط في تركيز اللمفاويات LT4 ليصل إلى نسبة شبه معدومة.
إن القضاء تدريجيا على قيادة القوات الدفاعية للجسم ألا وهي LT4 يعني القضاء على التنسيق بين الخلايا المنتجة للعناصر الدفاعية وبالتالي نهاية للجهاز المناعي بمعنى يصبح الجسم عرضة للإصابة بأي مرض معدي (أمراض عرضية maladies opportunistes) وهذا هو سبب تسمية السيدا أو الإيدز بمرض نقص المناعة المكتسبة.أما المناعة الفطرية (اللانوعية) فتبقى سارية المفعول.

خلاصة الوحدة الرابعة

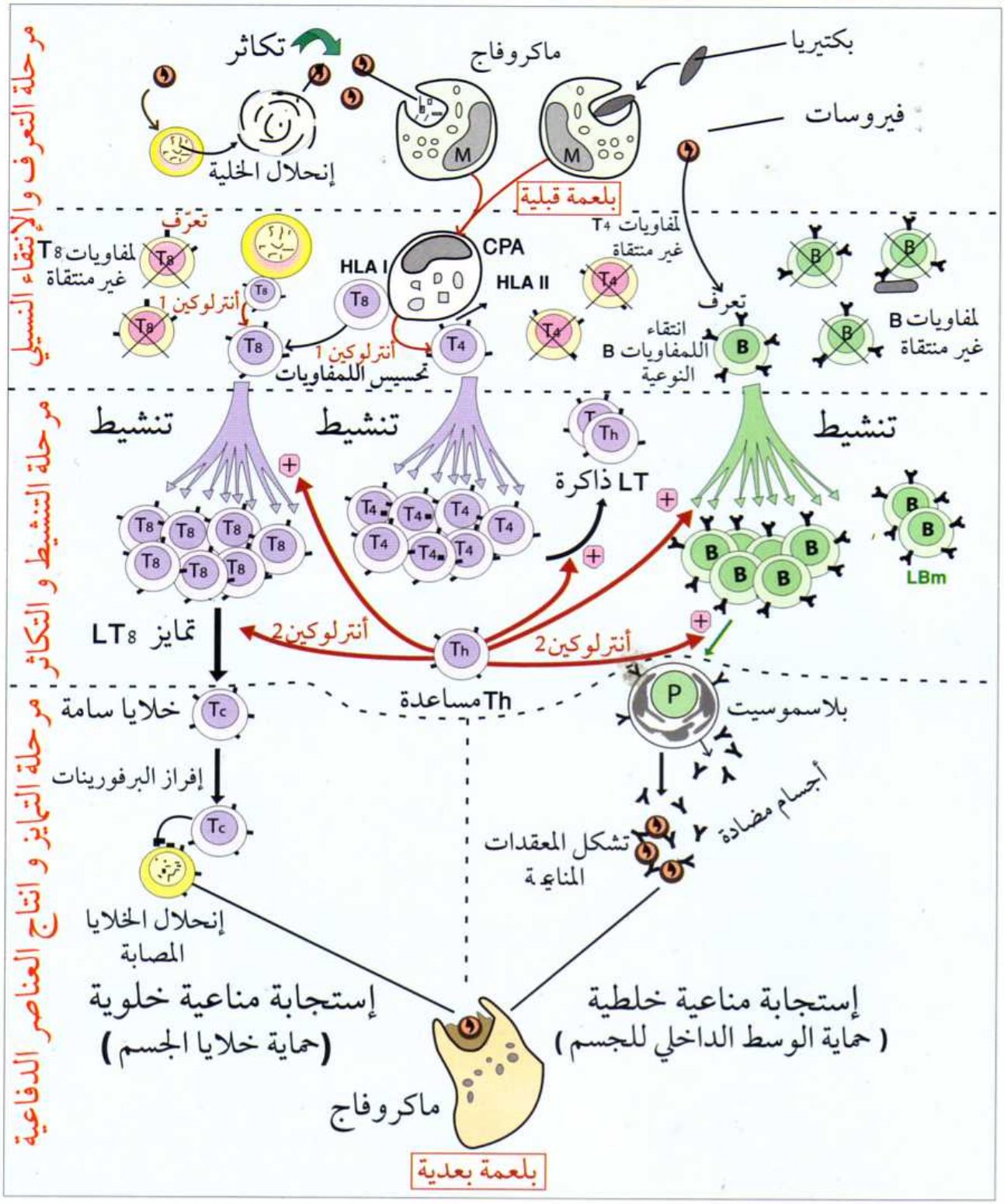
كيف تبدي العضوية مقاومة ضد الأجسام الغريبة ؟

الطبيعة زاخرة بمختلف الكائنات الممرضة الخارجية (فيروسات – بكتيريا – فطريات – طفيليات...) والتي لا يمكنها أن تعيش إلا متطفلة على الكائنات الحية بما فيها الإنسان فتحدث به أمراضا مختلفة الخطورة. لذلك كان من اللازم أن يتحصن الجسم بحواجز طبيعة تقف سدا منيعا ضد هذه الكائنات.وإن تمكنت من اختراق الحواجز الطبيعية فإنها تتلقى مقاومة غاية في التعقيد والتخصص ابتداء من أخلاط الجسم وانتهاء بالدفاع عن خلايا الجسم حيث يتواجد على أسطح جميع خلايا الجسم جزيئات جليكوبروتينية تعتبر بمثابة بطاقة هوية تتعرف عليها الخلايا المناعية وتبدي معها تسامحا مناعيا وهذا ما يعرف بالذات ولكنها تقاوم كل جسم غريب لا يحمل على سطح أغشيته هذه الجزيئات فيسمى باللاذات وهذا هو السبب في أن كل فرد يبدي هوية بيولوجية أو ذات مستقلة.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

تعمل المناعة النوعية على حماية العضوية من المستضدات وفق استراتيجتين دفاعيتين :

- حماية الوسط الداخلي للجسم والمحافظة على وحدته من المستضدات الخارجية المنشأ والتي تتواجد في أخلاط الجسم عن طريق المناعة الخلطية
- حماية خلايا الجسم من غزو المستضدات الداخلية المنشأ عن طريق المناعة الخلوية .



2010-121

حي الكثبان، عمارة أ، مدخل 10 محل 23، المحمدية، الجزائر.
الهاتف: 15 00 82 021 / 37 96 82 021، الناسوخ: 37 96 82 021.
البريد الإلكتروني: clicedition@gmail.com

كليك للنشر
ClicÉdition

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

3AS Clic 123 كليك
رابح مسعودي
شعبة العلوم التجريبية
BAC 5
العلوم الطبيعية
المجال المعرفي الثاني

التحولات الطاقوية في الخلايا

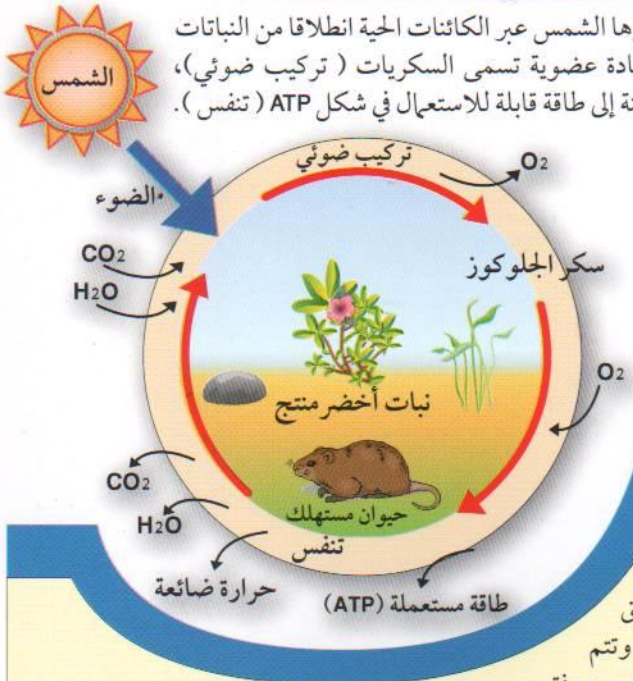
تمهيد

لقد لاحظنا في الوحدات السابقة للمجال الأول أن تركيب البروتينات تحتاج إلى طاقة تتحصل عليها خلايا العضوية من جزيئات ال ATP وعندما تدخل في مختلف التخصصات مثل عمل الإنزيمات والنقل العصبي والدفاع عن العضوية والحركة ... تحتاج أيضا إلى طاقة.

فما مصدر هذه الطاقة؟ وكيف يتم تحويلها لتشكيل جزيئات ال ATP؟

تذكير بالمكتسبات القبلية:

لخص المخطط التالي تدفق الطاقة الضوئية والتي مصدرها الشمس عبر الكائنات الحية انطلاقا من النباتات الخضراء التي تحولها إلى طاقة كيميائية كامنة بتركيب مادة عضوية تسمى السكريات (تركيب ضوئي)، انتهاء بالحيوانات والتي تقوم بتحويل هذه الطاقة الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال في شكل ATP (تنفس).
سنتناول بشكل تفصيلي مراحل هاتين الآليتين.



أولا تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة (تركيب ضوئي):

وضح الجدول الموالي بشكل تفصيلي مراحل وشروط هذه الظاهرة على المستوى الجزيئي :

المراحل	التفاصيل
1 إيضاح المظاهر الخارجية وشروط حدوثها	**تذكير بالمكتسبات القبلية:** تتمثل المظاهر الخارجية للتركيب الضوئي في أخذ ثاني أكسيد الكربون من الجو الخارجي وبالمقابل طرح الأكسجين. يرفق ذلك بتركيب السكريات. وتتم العملية في وجود الضوء واليخضور، وفق المعادلة التقليدية التالية: $6H_2O + 6CO_2 \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
2 المقر والبنية	البلاستيدات الخضراء 

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

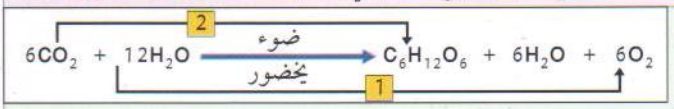
يتبين من الشكل أن الخلية النباتية تتميز بوجود الصانعات الخضراء إلى جانب احتوائها على كل مكونات الخلية بما فيها الميتوكندري.
تتكون البلاستيدة الخضراء من غشائين: داخلي وخارجي. بداخلها انثناءات أفقية للأغشية (صفائح) تحصر بينها حبيبات الغرانا. تتكون كل حبيبة غرانوم من مجموعة من كيسات متراكبة يسمى كل منها تيلاكويد.

مفرد Granum
جمع Grana

- ما فوق بنية التيلاكويد

يتكون غشاء التيلاكويد من النظامين الضوئيين PSI و PSII يحصران بينهما سلسلة نواقل الالكترونات تنتهي بكرية مذنبة تعرف ب ATPase. تسمى هذه العناصر الغشائية في مجملها السلسلة التركيبية الضوئية.

3 معادلة التركيب الضوئي



$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{ضوء، يخضور}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

يمكن أن نستخلص من المعادلة وجود تفاعلين:

1- تفاعل أكسدة للماء حيث يتفكك إلى بروتونات وإلكترونات وأكسجين يطرح إلى الخارج.

2- تفاعل إرجاع لغاز الفحم إلى جلوكوز. فالعملية تتطلب امتصاص غاز الفحم من الوسط الخارجي.

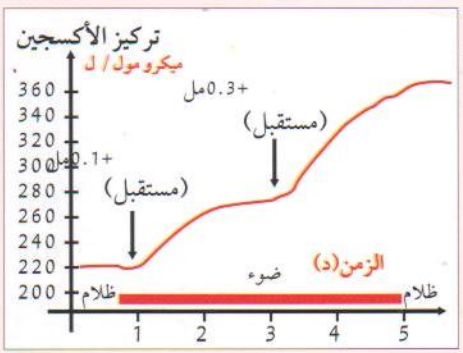
أي أن طبيعة التفاعلات الكيميائية في التركيب الضوئي هي تفاعلات أكسدة وإرجاع.

تشترط المرحلة الأولى وجود الضوء واليخضور، لذلك تسمى المرحلة الضوئية أو الكيموضوئية. أما المرحلة الثانية فتشترط غاز الفحم دون الحاجة إلى الضوء لذلك تسمى المرحلة الظلامية أو الكيموحيوية.

4 مراحل التركيب الضوئي

أ- تفاعلات المرحلة الكيموضوئية

يوضح المنحنى التالي نتائج تجارب مدعمة بالحاسوب لمعلق التيلاكويد معرض للضوء و الظلام وضع فيه كاشف الفيروسيانور كمستقبل للالكترونات (يكون بلون بني محمر في الحالة المؤكسدة، وبلون أخضر في الحالة المرجعة). حيث نلاحظ زيادة كمية الأكسجين المنطلق بزيادة كمية الفيروسيانور في وجود الضوء.



- لكن ما علاقة الأكسجين المنطلق بإرجاع الفيروسيانور؟

- مصدر الأكسجين المنطلق:

نبين ذلك من خلال تجربة هيل الشهيرة : وضع معلق الكلوريلا في وسطين أحدهما يحتوي على CO_2 ذي أكسجين مشع بينما الماء غير مشع، والوسط الثاني يحتوي على H_2O ذي أكسجين مشع بينما CO_2 غير مشع. نتائج هذه التجارب موضحة في الجدول :

الوسط	الجزيئ المشع	الأكسجين المنطلق
الأول	CO_2	غير مشع
الثاني	H_2O	مشع

يتبين من خلال هذه النتائج أن مصدر الأكسجين هو الماء. وعليه فإن إرجاع الفيروسيانور يتم بتحلل الماء إلى أكسجين وبروتونات وإلكترونات تعمل على إرجاع الفيروسيانور كما يلي:

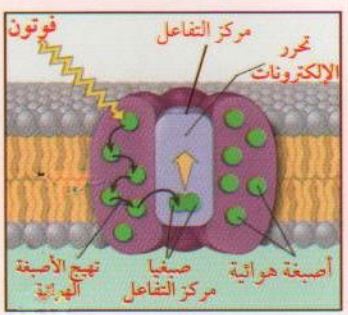


$$2H_2O + 4Fe^{+++} \rightarrow 4Fe^{++} + O_2 + 4H^+$$

- دور الضوء واليخضور:

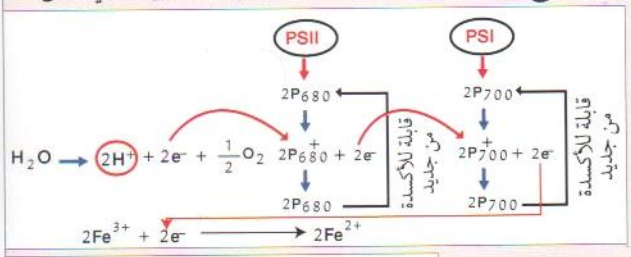
يتكون النظام الضوئي من الأصبغة اليخضورية وهي A و B وأشباه الكاروتين و هي تنتظم في شكل اصبغة هوائية و مركز التفاعل.

تلتقط الأصبغة الهوائية الفوتونات التي تعمل عل تهييج أول صبغة P1 تنتقل فيها الالكترونات من مستوى أدنى إلى مستوى أعلى. عند عودة الإلكترون إلى مستواه الأول تتحرر طاقة تنتقل إلى الصبغة المجاورة P2 فتتهيج بدورها بنفس الكيفية. وهكذا تندلع سلسلة من التهيجات على مستوى هذه الأصبغة الهوائية إلى أن تصل الطاقة إلى زوج نهائي من الأصبغة يسمى مركز التفاعل [illegible] تحرر إلكترونين كما يبينه الشكل المقابل:



قسم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

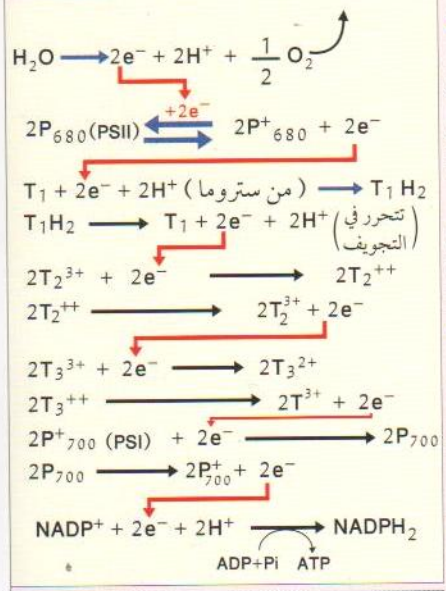
وبما أن هناك نظامان ضوئيان في غشاء التيلاكويد فإن عملية التأكسد تتم على مستويين بالشكل التالي:
- مستوى PSII حيث يرمز فيها لصبغتي مركز التفاعل ب 2P 680 نسبة إلى أعلى موجة يمكن أن يمتصها هذا النظام.
- مستوى PSI حيث يرمز فيها لصبغتي مركز التفاعل ب 2P700 نسبة إلى أعلى موجة يمكن أن يمتصها هذا النظام.
إذن دور الضوء هو أكسدة اليخضور في النظامين الضوئيين.
لا يمكن للنظام الضوئي PSII أن يحرر الإلكترونات مرة ثانية بعد تاكسده إلا عند استعادة الإلكترونات التي فقدها وهذا لا يكون إلا عن طريق الالكترونات الناتجة عن تحلل الماء.
أما الإلكترونات المفقودة من طرف النظام الضوئي PSI فتعوض من الالكترونات القادمة من النظام الضوئي PSII.
بمعنى أن المرحلة الضوئية هي عبارة عن ضخ للالكترونات مصدرها الماء ومحركها الضوء الذي ليس له القدرة على أكسدة الماء ولكن له القدرة على أكسدة اليخضور كما يوضحه المخطط المقابل.



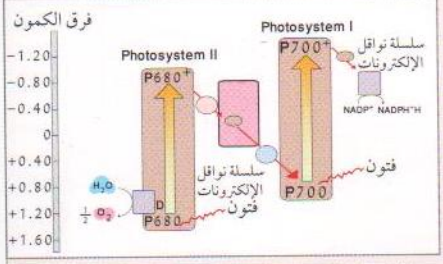
فاليخضور هو مصدر الإلكترونات المرجعة للفيروسيانور.لكن هذا المركب خارجي لا علاقة له بالخلية يستعمل في التجارب لإيضاح ظاهرة الأكسدة والإرجاع.

- ما هو المركب الحقيقي الذي يستقبل الإلكترونات المتحررة من اليخضور على مستوى التيلاكويد ؟

لقد أظهرت التجارب أن الإلكترونات تنتقل عبر سلسلة من النواقل تسمى السلسلة التركيبية الضوئية لتستقبل في النهاية من طرف مركب خاص يسمى NADP+ كما يوضحه المخطط التالي:

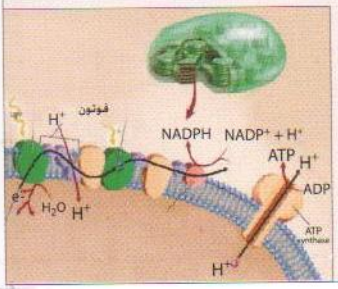


1 - تنتقل الإلكترونات من النظام الضوئي PSII إلى النظام الضوئي PSI عبر سلسلة من النواقل (T1 و T2 و T3) وفق تدرج متزايد في كمون الأكسدة والإرجاع .
إن كمون الأكسدة والإرجاع للماء = 0.82 + ميللي فولت بينما كمون الأكسدة والإرجاع ل NADP+ = 0.40 - ميللي فولت.بمعنى أن الماء لا يمكنه إرجاع NADP+ ، وحتى تتم العملية كان من اللازم أكسدة النظامين الضوئيين ومن ثم إرجاعهما من طرف إلكترونات الماء وفق نظام انتقال الإلكترونات كما يلي:
كمون أصغر (طاقته عالية) ← كمون أكبر (طاقة منخفضة) كما يبينه شكل المخطط المقابل:



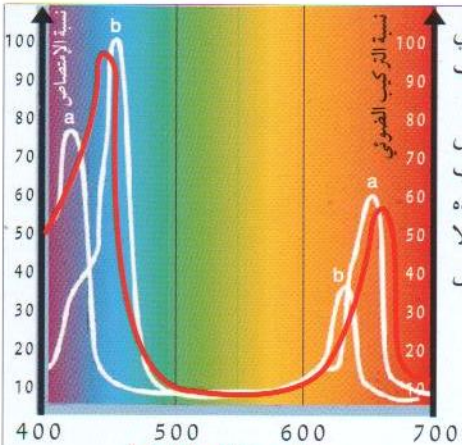
نلاحظ من المخطط أن الماء لا يمكنه إرجاع NADP+ لكن بإمكانه إرجاع PSII لإن كمون الأكسدة والإرجاع لديه في مستوى أخفض من كمون الماء.
تعود أهمية نواقل الإلكترونات إلى امتصاص الطاقة العالية والناتجة عن الفرق في كمون الأكسدة والإرجاع بين الإلكترون المتحرر والنظام الضوئي ومن ثم استعمال هذه الطاقة المفقودة تدريجيا في ضخ البروتونات من الحشوة إلى تجويف التيلاكويد.

2 - يؤدي سقوط الفوتونات على النظام الضوئي PSI إلى نفس المراحل السابقة تنتقل عبر سلسلة من الإلكترونات تتكون من ناقلين (T1 و T2) لإرجاع مركب NADP+ إلى NADPH2 . وحتى يتم إرجاع NADP+ من طرف PSI كان من اللازم أن يكون كمون الأكسدة والإرجاع لديه أقل من كمون NADP+، أي في مستوى أعلى وهذا لا يكون إلا برفع طاقة الإلكترون عن طريق الضوء بأكسدة PSI.



فالنظامان الضوئيان يتعاونان في [illegible] حتى تكتسب القدرة على إرجاع NADP+

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



3-يقوم أحد نواقل الإلكترونات بضخ البروتونات في تجويف التيلاكويد إلى جانب تحلل الماء داخل هذا التجويف مما يزيد من تركيزها وتنخفض قيمة ال PH.

إن تراكم البروتونات في تجويف التيلاكويد يعمل على إحداث فرق في تركيزها على جانبي غشاء التيلاكويد. وحسب نظرية ميتشل الكيمواسموزية والتجارب التي أكدتها فإن هذه البروتونات تخرج من التجويف نحو الحشوة، لكن ذلك لا يكون إلا عبر الكريات المذنبة مما ينتج عنه عملية فسفرة تسمى الفسفرة الضوئية تنتهي بتشكيل جزيئات ال ATP.

- لماذا نرى النباتات بلون أخضر؟

يتكون الضوء الأبيض (ضوء الشمس) من 7 ألوان مختلفة تسمى ألوان الطيف وهي عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية كل لون يحمل طول موجة معينة أقصرها البنفسجي والذي طول موجته 400 نانومتر ، وأطولها اللون الأحمر وطول موجته 700 نانومتر. يبين الشكل أعلاه منحنى نسبة امتصاص الألوان المختلفة من طرف اليخضور A وB فنلاحظ أنها تكون عالية في الألوان ذات الأمواج القصيرة (وهي البنفسجي والأزرق) و بنسبة أقل عند الموجات الطويلة (وهي البرتقالي والأحمر)، وشبه معدومة في اللون الأخضر. و يوضح المنحني باللون الأحمر نسبة التركيب الضوئي حيث هناك توازي مع منحنى الإمتصاص اي كلما زاد الإمتصاص زاد التركيب الضوئي و العكس صحيح. وهذا هو تفسير سبب رؤية أوراق النباتات بلون أخضر لأنها تعكسه ولا تمتصه. وبالتالي فأنت ترى شيئا بلون معين هذا يعني أنه امتص كل ألوان الطيف ماعدا ذلك اللون. ويمكن أن يكون لون الشيء مزيجا من لونين وهذا يعني بأنه لا يمتص اللونين معا.

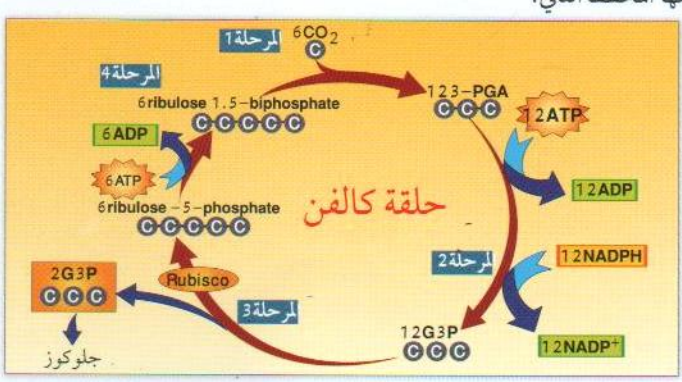
حصيلة التفاعلات الكيموضوئية:

$$12H_2O + 12\ NADP^+ + 12(ADP + Pi) \longrightarrow 12\ NADPH2 + 12ATP + 6O_2$$

- ماهو مصير NADPH2؟

ب- تفاعلات المرحلة الكيموحيوية

على مستوى الحشوة أو ستروما تحدث سلسلة من التفاعلات يتم فيها إدماج CO_2 وإرجاع مركبات بينية عن طريق NADPH2 واستعمال طاقة ليتشكل في النهاية الجلوكوز. يتم إدماج 6 جزيئات من غاز الفحم ب 6 جزيئات لمركب خماسي يسمى Rudip (Ribulose1.5-Diphosphate) لتعطي كمرحلة أولى 12 جزيئ PGA (حمض Phosphoglycerque) تتم فسفرته باستعمال ATP ثم إرجاعه عن طريق NADPH2 ليتشكل مركب PGal (Phosphoglyceraldehyde) كمرحلة ثانية حيث يكون عدد جزيئاته 12 بعدد 36 ذرة كاربون. وفي المرحلة الثالثة تندمج جزيئتان من PGal إلى جلوكوز، والباقي يندمج في شكل 6 جزيئات ريبيلوز أحادي الفوسفات. وفي المرحلة الرابعة والأخيرة يسترجع مركب Rudip من جديد لتستأنف الدورة مع 6 جزيئات CO2 أخرى. يطلق على العملية حلقة كالفن والتي يوضحها المخطط التالي.





حصيلة المرحلة الكيموحيوية:

كما لاحظنا سابقا إنها عملية إرجاع CO_2 لتركيب سكر الجلوكوز وهي تشترط وجود NADPH2 و ATP وCO_2

$$6CO_2 + 12\ ATP + 12\ NADPH_2 \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 12\ (ADP + Pi) + 12\ NADP^+ + 6H2O$$

ما هي العلاقة بين المرحلتين ؟

تشترط المرحلة الكيموحيوية وجود الضوء بطريق غير مباشر بسبب تجرد الضوء من أجل تزويدها ب: NADPH2 و ATP من المرحلة الكيموضوئية. وكذلك فإن استمرار المرحلة الكيموضوئية مرتبط بالمرحلة الكيموحيوية لأن تراكم NADPH2 وعدم أكسدته يمنع من إرجاعه في السلسلة التركيبية الضوئية وبالتالي توقف العملية.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ثانيا تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة كيميائية قابلة للاستعمال (تنفس):

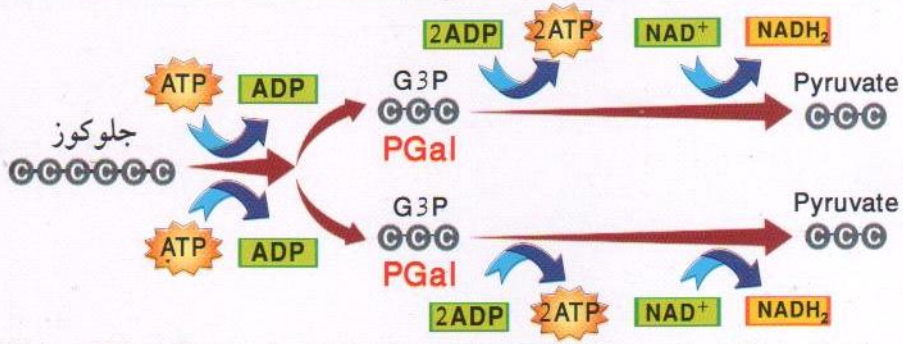
يعني التنفس الآليات التي تسمح بتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجلوكوز إلى طاقة كيميائية قابلة للاستعمال من طرف خلايا العضوية. وتتم عملية التحصل على هذه الطاقة إما في وجود الأكسجين حيث يتفكك فيها الجلوكوز كليا (تنفس هوائي)، أو في غيابه حيث يتفكك جزئيا (تنفس لاهوائي أو تخمر).

1 في حالة وجود الأكسجين

يوضح الجدول الموالي بشكل تفصيلي مراحل وشروط هذه الظاهرة على المستوى الجزيئي:

1 إيضاح المظهر الخارجي للعملية وشروط حدوثها	**تذكير بالمكتسبات القبلية:** تتمثل المظاهر الخارجية للتنفس في أخذ الأكسجين من الوسط الخارجي وطرح بالمقابل CO_2 وتحرر طاقة حرارية. وذلك وفق المعادلة التقليدية التالية: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6H_2O + 6CO_2 +$ طاقة
2 المقر والبنية	 **الميتوكندري:** تحتوي الخلية الحيوانية على كل المكونات فيما عدا الصانعات الخضراء. تتكون الميتوكندري من غشائين : داخلي وخارجي كما يبينه الشكل أعلاه. ينثني الغشاء الداخلي إلى الداخل مشكلا ما يسمى بالإعراف الهدف منها **زيادة سطح الأكسدة التنفسية**. بقية الفراغ يسمى الحشوة أو ستروما وهو عبارة عن سائل يحتوي على مركبات **عضوية وإنزيمات تنفسية** ومرافقات إنزيمية : FAD, NAD و ADP, Pi .... - **ما فوق بنية الميتوكندري** : يتكون الغشاء الداخلي من سلسلة نواقل الالكترونات تسمى **السلسلة التنفسية**، تنتهي بكرية مذنبة (ATPase).
3 معادلة التنفس	تتمثل المعادلة الحديثة للتنفس فيما يلي: $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O +$ طاقة (1) (2) **نستخلص من المعادلة وجود تفاعلين:** 1 - تفاعل أكسدة للجلوكوز إلى غاز الفحم يطرح إلى الخارج. 2 - تفاعل إرجاع للأكسجين إلى ماء أي أن العملية تتطلب امتصاص الأكسجين من الوسط الخارجي. طبيعة التفاعلات الكيميائية في التنفس هي كذلك تفاعلات أكسدة وإرجاع. لا تتطلب عملية التنفس شروطا خاصة سوى توفر الأكسجين.
4 مراحل التنفس	**أ- التحلل السكري (Glycolyse)** قبل دخول الجلوكوز إلى الميتوكندري تحدث به سلسلة من التحولات تنتهي إلى تشكيل حمض البيروفيك يطلق على الظاهرة **التحلل السكري** والذي يمكن توضيحه وفق مخطط الصفحة الموالية: يتبين من المخطط أن جزيئة الجلوكوز تتجزأ إلى مركبين يتكون كل منهما من ثلاث ذرات كاربون يطلق عليهما PGal (فوسفو غليسيرالدهيد) يتطلب ذلك استعمال طاقة تقدر إجماليا ب 2ATP .

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



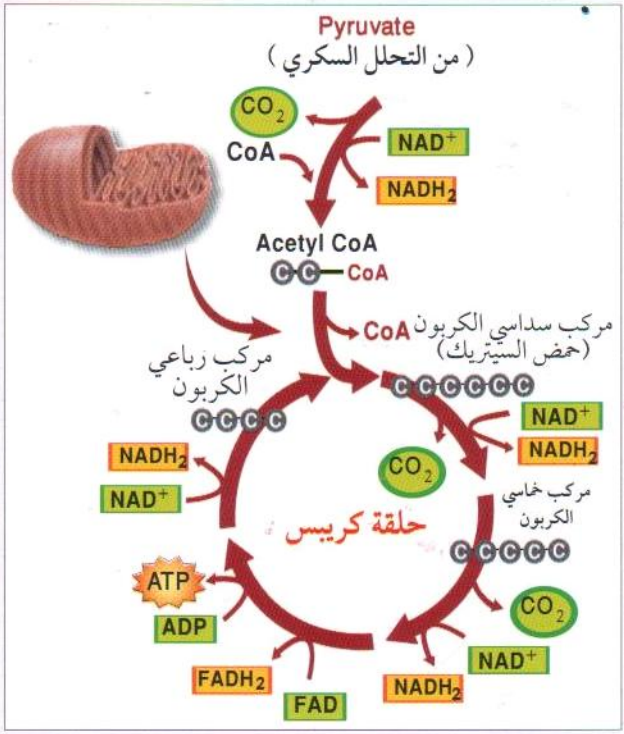
يتحول مركب PGal إلى حمض بيروفيك (Pyruvate) مرورا بمركبات بينية و هي: APG و PEP محررا طاقة تسمح بتشكيل 2ATP وإرجاع $2NAD^+$ إلى $2NADH_2$.

معادلة التحلل السكري: $C_6H_{12}O_6 + 2\,(ADP+Pi) + 2NAD^+ \longrightarrow 2ATP + 2NADH_2 + 2$ حمض بيرو فيك

ما هو مصير حمض البيروفيك؟

ب- حلقة كريبس

يدخل حمض البيروفيك إلى الميتوكندري بعد أن يرتبط بمرافق الإنزيم COA-SH ليتحول إلى مركب أسيتيل-COA يتم خلالها نزع ثاني أكسيد الكربون وإرجاع NAD^+ إلى NADH2 تسمى العملية نزع الكاربون التأكسدي. ينفصل مرافق الإنزيم عن الأسيتيل ليرتبط هذا الأخير في مستوى الحشوة مع مركب رباعي الكربون مشكلا مركبا سداسيا ليدخل في سلسلة من تفاعلات نزع ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين حتى التفكيك الكلي لمركب الأسيتيل الذي ينتهي بتحرير $2CO_2$ ، ليتحول المركب السداسي من جديد إلى مركب رباعي الكربون ويعيد الدورة من جديد مع مركب أسيتيل آخر كما يوضحه الشكل المقابل. يطلق على العملية حلقة كريبس حيث تكون معادلتها كالأتي:



$Acetyl-COA + 3NAD^+ + FAD^+ + ADP+Pi \longrightarrow 2CO_2 + 3NADH_2 + FADH_2 + COA-SH + ATP$

ج- الفسفرة التأكسدية

لقد أظهرت التجارب أن NADH2 و FADH2 يتأكسدان عبر سلسلة من النواقل توجد ضمن الغشاء الداخلي للميتاكوندري تسمى السلسلة التنفسية حيث تقوم البعض منها باستعمال جزء من طاقة الإلكترونات في ضخ البروتونات إلى الفراغ بين الغشائين بينما ينتهي المطاف بالإلكترونات إلى إرجاع الأكسجين كما يوضحه الشكل في الصفحة الموالية.

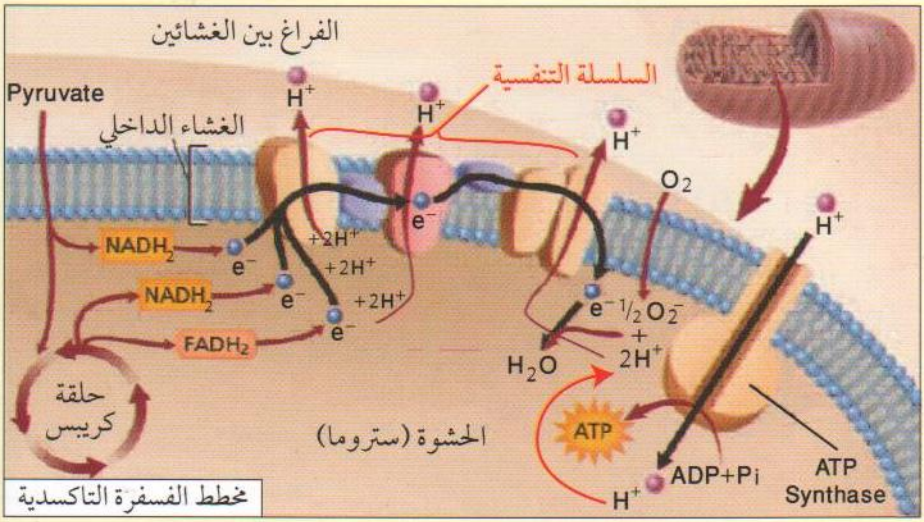
يرفق بالسلسلة التنفسية عملية فسفرة تسمى الفسفرة التأكسدية تسمح بتشكيل جزيئ ATP على مستوى الكريات المذنبة حيث تتدفق البروتونات عبرها من الفراغ بين الغشائين العالي التركيز بالبروتونات إلى الستروما لترتبط بجزيئات الأكسجين المرجاع مما يسمح بتركيب جزيئات الماء.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

معادلة الفسفرة التأكسدية:

$6\,O_2 + 10\,NADH_2 + 2\,FADH_2 + 34\,(ADP+Pi) \longrightarrow 12H_2O + 10\,NAD^+ + 2\,FAD^+ + 34\,ATP$

مراحل التنفس



حصيلة التنفس الهوائي	المرحلة	عدد ATP	عدد NADH2	عدد FADH2
	التحلل السكري	2	2	0
	نزع الكربون التأكسدي	/	2	0
	حلقة كريبس	2	6	2
	الحصيلة الإجمالية	4	10	2
	الحصيلة الطاقوية بال ATP	4 +	30 + =38 ATP	4

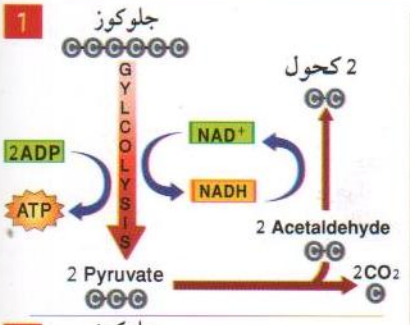
1NADH2 ⟶ 3ATP / 1FADH2 ⟶ 2ATP

2 في حالة غياب الأكسجين

لاحظنا من خلال معادلة التحلل السكري أن من نتائج هذه العملية والتي تتم في الهيولى إرجاع 2NAD+ إلى $2NADH_2$ وتشكل حمض البيروفيك ومن ثم تتأكسد في الميتوكندري لتعطي 3 جزيئات ATP.لكن في غياب الأكسجين فإن العملية تتوقف هنا ويشكل تراكم $NADH_2$ الزيادة من حموضة الوسط نتيجة ارتفاع تركيز البروتونات مما يجعله وسطا غير مناسب للنشاط الإنزيمي. وعند الإنسان تسبب له حموضة الدم (Acidose) التي تؤدي به إلى الموت الحتمي .لهذا تلجأ العضوية إلى التخلص من هذه الحموضة بأكسدة $NADH_2$ إلى NAD^+ وتحويل حمض البيروفيك إما إلى حمض لبن أو كحول وتسمى العملية بالتخمر أو التنفس اللاهوائي وتربح بذلك جزيئتان من ATP الناتجة عن التحلل السكري.

أ- التخمر الكحولي : تلجأ بعض الكائنات الدقيقة مثل فطر الخميرة إلى هذا النوع من التخمرات إلى تحويل حمض البيروفيك أولا إلى مركب أسيتالدهيد بنزع جزيئة ثاني أكسيد الكاربون ثم إرجاع هذا المركب إلى كحول عن طريق $NADH_2$ كما يبين ذلك المخطط 1 . يستفاد من هذا النوع من التخمرات في صناعة أنواع الخبز و الكحول الذي يستعمل في صناعة مختلف أنواع الخمر كما يستعمل كمطهر في المجال الطبي ...

ب- التخمر اللبني (التخمر اللاكتيكي) : نفهم جيدا معنى التخمر اللبني عندما نذكر بعض مشتقات الحليب التي نحبها مثل الياهورت والجبن واللبن والرايب وجبن البيتزا (Cheddar)...والتي هي منتوج نشاط بكتيريات تعيش في الحليب،حيث تقوم بتحويل حمض البيروفيك إلى حمض لبن وفق المخطط 2.نلاحظ كذلك حدوث التخمر اللبني عند الإنسان في حالة القيام بجهد عضلي قوي حيث تصبح كمية الأكسجين الموجودة في الدم غير كافية لمسايرة الجهد العضلي وبالتالي لا تحدث أكسدة تامة للجلوكوز في الميتوكندري، وتراكم $NADH_2$ فإن ذلك يؤدي إلى خطر حموضة الدم لذلك تلجأ الخلايا العضلية إلى التخمر اللبني والذي يؤدي إلى تراكم حمض اللبن في العضلات مسببا لها ألم حاد للعضلات عند القيام بأدنى حركة خاصة في اليوم الموالي للجهد العضلي القوي.يزول هذا المشكل العضلي تدريجيا بعد تحويل حمض اللبن من طرف الكبد إلى حمض البيروفيك من جديد.

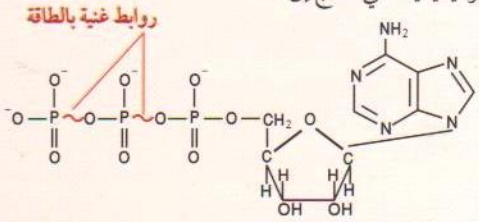


قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ج- الحصيلة الطاقوية للتخمر: ما دام مركب $NADH_2$ لا يتأكسد في المتوكندري وأن التنفس يتوقف عند التحلل السكري، لذلك فإن الحصيلة الطاقوية لهذه الظاهرة تتمثل فقط في 2ATP.

- لماذا استعمال ATP كمصدر للطاقة بدلا من أي مركب آخر ؟

حسب تسميته أدينوزين ثلاثي الفوسفات (Adénosine Triphosphate)، يتركب من الأدينوزين (سكر ريبوز + أدينين) مرتبط بثلاثة أحماض فوسفورية على التسلسل كما يوضحه الشكل ادناه. وهو أحسن مركب حامل للطاقة تستعمله جميع الكائنات الحية حيث عند تفكك مول واحد منه يحرر طاقة تقدر ب: 30.5 كيلوجول. وهذه الطاقة تأتي أساسا من عملية الفسفرة التأكسدية والتي تتم في مستوى الغشاء الداخلي للميتوكندري. فعند عبور البروتونات عبر الكريات المذنبة تتحرر طاقة عالية جدا لا يمكن لأي مركب أن يقتنصها بمردود عالي إلا ATP انطلاقا من ADP + Pi. حيث تكون الروابط بين جزيئات الفوسفات غنية بالطاقة. لذلك يعتبر المورد الأساسي لكل التفاعلات البيوكيميائية التي تحتاج إلى طاقة.



3 المردود الطاقوي يتمثل المردود الطاقوي ما تستفيده الخلية من طاقة فعلية في شكل ATP من الطاقة الكلية الكامنة في الجلوكوز. حيث يتم قياس ذلك بالنسبة المئوية.

إن الحرق الكلي (الأكسدة التامة) لمول واحد من سكر الجلوكوز خارج العضوية يحرر طاقة حرارية تقدر ب 2861 كيلو جول وذلك وفق المعادلة التقليدية:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + E\ (2860\ Kj\ /\ mol)$$

أما الأكسدة التامة لنفس الكمية من الجلوكوز داخل الخلية فتعطي 38 ATP. بما أن مول ATP يعطي 30.5 كيلوجول أي تستفيد الخلية من 38 x 30.5 = 1159 كيلوجول. وهذا يعني أن المردود الطاقوي للخلية يساوي :

$$1160\ /2860\ X\ 100 = 40.5\ \%$$

و بالتالي فإن ما تستعمله الخلية فعليا من الجلوكوز هو فقط 40.5 ٪ والباقي (Kj1700) يطرح في شكل إشعاع حراري يستفيد منه الجسم في تثبيت درجة حرارته. وهو يعتبر أحسن مردود طبيعي مقارنة مع المردود الطاقوي لمحركات السيارات والتي تذهب معظم الطاقة المستخرجة من البنزين في شكل حرارة تزيد من تسخين المحركات لهذا يستعمل فيها نظام التبريد. في حين أن الميتوكندري تستخرج هذه الطاقة ببطء وفي ظل حرارة معتدلة بفضل عمل الإنزيمات.

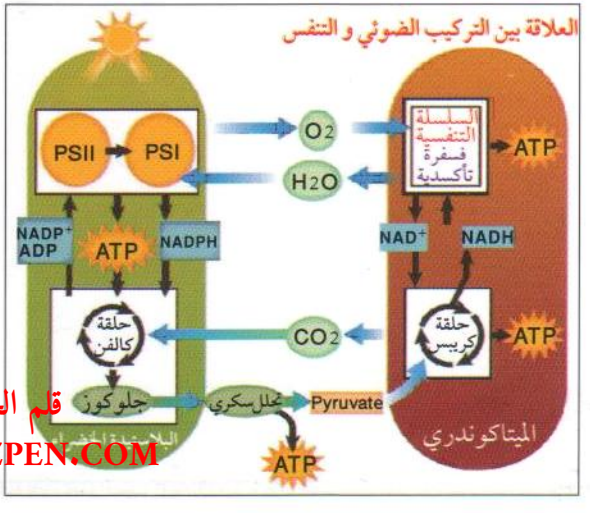
خلاصة المجال الثاني: ما مصدر الطاقة الكامنة ؟ وكيف يتم تحويلها في شكل ATP؟

يلخص الجدول التالي مقارنة بين الظاهرتين، يتبع برسم تخطيطي يبرز العلاقة بينهما.

المواصفات	التركيب الضوئي	التنفس
المقر	الغشاء الداخلي للتيلاكويد	الغشاء الداخلي للميتاكوندري
التفاعلات الكيموحيوية	$6CO_2 + 12H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$	$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + E$
مرافقات الإنزيم المرجعة	$NADP^+$	NAD^+ أساسا ثم FAD^+
سلسلة نواقل الالكترونات	السلسلة التركيبية الضوئية	السلسلة التنفسية
الفسفرة	الفسفرة الضوئية	الفسفرة التأكسدية

نستنتج من خلال المعادلتين أن الظاهرتين متعاكستان ومتكاملتان:

- **متعكستان**: الأولى بنائية (تركيب الجلوكوز لتخزين الطاقة) والثانية هدميه(هدم الجلوكوز لاستخراج الطاقة).
- **متكاملتان**: نهاية كل ظاهرة هي منطلق للظاهرة الأخرى وأن كل منهما لا تتم إلا بالأخرى.



2010-123
كليك للنشر
ClicEdition
حي الكثبان، عمارة أ، مدخل 10 محل 23، المحمدية، الجزائر.
021 82 96 37 / 021 82 96 37، الناسوخ: 021 82 96 37.
البريد الإلكتروني: clicedition@gmail.com

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

نوار دهام

3AS شعبة العلوم التجريبية



BAC علوم الطبيعة و الحياة

منهجية الإجابة على تمارين البكالوريا

يعتمد الكثير من الطلبة – بشكل أساسي – على مجموعة المعلومات المحصل عليها خلال السنة الدراسية من أجل الإجابة على تمارين البكالوريا، من دون الاهتمام بالمنهجية المحددة التي يجب إتباعها في توظيف هذه المعلومات للإجابة على الأسئلة. فيما يلي شرح مفصل لهذه المنهجية :

غالبا ما تتضمن التمارين المقترحة جانبين غير مستقلين من الدراسة هما : **جانب المعلومات المباشرة و جانب الدراسة التجريبية.**

1 جانب المعلومات المباشرة

يدخل في هذا الجانب مختلف المفاهيم و التسميات و المراحل و الخصائص و الآليات ...الخ، و مهما كانت صيغة السؤال حولها (مباشرة كأن يقول: عرف ...، أو غير مباشرة كأن يقول: ما الفرق بين...) فهي تبقى في إطار المعلومات المباشرة ، لأن الإجابة عليها تعتمد بشكل أساسي على الرصيد المعرفي لدى الطالب .

2 جانب الدراسة التجريبية

يتم التعامل مع هذا الجانب غالبا من خلال طرح الأسئلة التالية: حلل ، فسر ، ماذا تستنتج ؟ (ماذا تستخلص ، أعط النتيجة ، أعط الخلاصة) ، ما هي المعلومات المستخرجة ؟ ، ما هي الفرضية أو الفرضيات ؟ فيما يلي طريقة الإجابة على كل سؤال.

أ- التحليل

يقوم الطالب من خلال التحليل بقراءة وصفية لمعطيات الوثيقة من دون تعليل، كأنه يجيب على السؤال : ماذا تلاحظ ؟ قد تكون الوثيقة المطلوب تحليلها عبارة عن منحنى بياني أو جدول أو صورة ...الخ و مهما كانت طبيعة الوثيقة المعطاة يبقى التحليل يحتفظ بهذا المبدأ.

– حالة تحليل منحنى بياني : يعبر المنحنى عادة عن تغير ظاهرة معينة بدلالة الزمن أو بدلالة بعد آخر أو ظاهرة أخرى.
تبدأ دراسة المنحنى بتحديد الظاهرة المدروسة على محور التراتيب و المتغير على محور الفواصل (تغير ماذا بدلالة ماذا ؟) ، ثم تقسيم المنحنى إلى مراحل ، ثم تقرأ كل مرحلة على حدة.

ب- التفسير

يكون التفسير عادة بالإجابة على السؤالين: كيف ؟ و لماذا ؟ فإذا ذكرنا - مثلا – في التحليل أن كمية المادة متزايدة خلال مرحلة معينة، فإننا في التفسير نجيب على السؤال: كيف تزايدت ؟ أو لماذا حدث التزايد ؟ و الإجابة هنا تكون بالاعتماد على المعلومات النظرية.

ج- النتيجة (الخلاصة)

سواء كانت صيغة السؤال ماذا تستنتج ؟ أو ماذا تستخلص ؟ فإن الإجابة عليه تكون بالإجابة على هدف التجربة أو الدراسة. كأن نقول في بداية التجربة : بغرض معرفة العوامل المؤثرة على سرعة السيالة العصبية نحقق التجارب التالية . فتكون النتيجة في هذه الحالة : العوامل المؤثرة على سرعة السيالة العصبية هي : ....
أما إذا لم يتم تحديد هدف التجربة فعلى الطالب في هذه الحالة أن يجتهد لتحديد الهدف الذي أنجزت من أجله التجربة أو الدراسة، و من ثم إعطاء النتيجة.

د- المعلومات المستخرجة

هي معلومات تكفي فقط معطيات الوثيقة لاستخراجها، و مهما كانت طبيعة الوثيقة المعطاة يقوم الطالب من خلال استخراج المعلومات منها بتحويلها إلى نص علمي.

ه- صياغة الفرضيات

الفرضية دوما تفسيرية، و الطالب ليس مطالبا بالإبداع فيها. فعندما نقول ما هي الفرضية أو اقترح فرضيات، فإن ذلك يعني: ما هي التفسيرات التي تقترحها لشرح ظاهرة معينة قد تكون لها عدة تفسيرات متقاربة أحدها على الأقل هو الصحيح.

* هذه المنهجية هي الدليل الواضح لتوظيف المكتسبات العلمية في مادة علوم الطبيعة و الحياة في إطارها الصحيح من أجل الإجابة على تمارين البكالوريا.
* هذه المنهجية ليست خاصة بطلاب البكالوريا، بل هي ثابتة من أجل مادة علوم الطبيعة و الحياة في الطورين المتوسط و الثانوي.
* لا يكفي للطالب أن يعرف بهذه المنهجية بل لا بد له من التدرب عليها.

للنشر ClicE
حي الكتان، عمارة أ، مدخل 10، محل 23، الحميز، الجزائر
021 93 06 37 / 021 93 06 37

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الجواب (16)

- **التحليل :** * المرحلة الأولى : لا تتشكل الـ ATP عند تساوي الـ PH بين الوسطين الداخلي و الخارجي للتيلاكويد.
* المرحلة الثانية : لا تتشكل الـ ATP عندما يكون الـ PH الداخلي حامضيا و الخارجي قاعديا.
* المرحلة الثالثة : لا تتشكل الـ ATP رغم اختلاف الـ PH بين الوسطين الداخلي و الخارجي للتيلاكويد في غياب الكريات المذنبة.
- **الاستخلاص :** شروط تشكل الـ ATP هي : * اختلاف في PH الوسطين (الداخلي حامضي و الخارجي قاعدي).
* وجود الكريات المذنبة.

المثال السابع عشر

يبين الجدول التالي نتائج تجارب أنجزت على معلق من الصانعات الخضراء في وجود الضوء .
ما هي المعلومات التي يمكن استخلاصها من نتائج هذا الجدول ؟

التركيب الكيميائي للوسط	إشعاع الجزيئات العضوية المصطنعة	الغاز المطروح
CO_2 كربونه مشع + H_2O	+	O_2 غير مشع
CO_2 أكسجينه مشع + H_2O	+	O_2 غير مشع
H_2O + CO_2 أكسجينه مشع	−	O_2 مشع

الجواب (17)

المعلومات المستخلصة:
* يدخل كربون CO_2 في بناء الجزيئات العضوية.
* يدخل أكسجين CO_2 في بناء الجزيئات العضوية.
* إذن يدخل CO_2 بكامله في بناء الجزيئات العضوية.
* لا يدخل أكسجين الماء في بناء الجزيئات العضوية.
* يطرح أكسجين الماء أثناء الظاهرة المدروسة.

المثال الثامن عشر

نحضر مزرعتين من خميرة الخبز في إناءين مختلفين يحتوي كل منهما على الغلوكوز المشع G* . نقوم بتهوية الوسط الأول باستمرار (وسط هوائي) و نسد الإناء الثاني بإحكام (وسط لا هوائي).
يتم تتبع ظهور الإشعاع داخل خلايا الخميرة (الهيولي، الميتوكندري) بعد فترات زمنية مختلفة. النتائج موضحة في الجدولين (ا،ب).
* P حمض البيروفيك المشع، A^*_1 الأستيل مرافق الأنزيم أ ، A^*_2 حمض الليمون ، A^*_3 كحول الإيثانول. حلل النتائج التجريبية في الجدولين أ و ب.

الزمن	الوسط	الهيولي	الميتوكندري
0ز	G^*		
1ز	G^*	G^*	
2ز		P^*	P^*
3ز			$A^*_1+P^*$
4ز	CO^*_2	A^*_2	A^*_3

الجدول (أ)

الزمن	الوسط	الهيولي	الميتوكندري
0ز	G^*		
1ز	G^*	G^*	
2ز		P^*	
3ز		$A^*_2+P^*$	
4ز	CO^*_2	A^*_2	

الجدول (ب)

الجواب (18)

- **التحليل:** - الجدول (أ):* من ز0 إلى ز1: ينتقل الغلوكوز من الوسط الخارجي إلى هيولي الخميرة.
* من ز1 إلى ز2: يتحول الغلوكوز في الهيولي إلى حمض البيروفيك ، ثم يدخل هذا الأخير إلى الميتوكندري.
* من ز2 إلى ز3: يتحول حمض البيروفيك داخل الميتوكندري إلى أستيل مرافق الأنزيم أ .
* من ز3 إلى ز4: يتحول الأستيل مرافق الأنزيم أ إلى حمض الليمون في الميتوكندري و يطرح CO_2 إلى الخارج.
- الجدول (ب): * من ز0 إلى ز1: ينتقل الغلوكوز من الوسط الخارجي إلى هيولي الخميرة.
* من ز1 إلى ز2: يتحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك و يبقى في الهيولي.
* من ز2 إلى ز3: يتفكك حمض البيروفيك تدريجيا على مستوى الهيولي ليعطي كحول الإيثانول .
* من ز3 إلى ز4: يبقى الإيثانول في الهيولي ويطرح CO_2.

المثال التاسع عشر

تمثل الوثيقة-16- خلايا الخميرة (فطريات وحيدة الخلية) في وسط هوائي و آخر لا هوائي . أنجز تحليلا مقارنا بين شكلي الوثيقة.

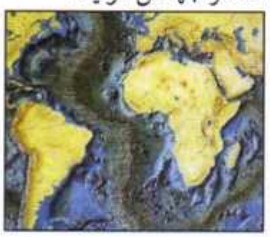


الجواب (19)

* يلاحظ على الخلايا الموضوعة في وسط هوائي تواجد ميتوكندريات متطورة و عديدة .
* يلاحظ على الخلايا الموضوعة في وسط لا هوائي تواجد عدد قليل من الميتوكندريات غير المتطورة.

المثال العشرون

تمثل - الوثيقة 17 -ظهرة المحيط الأطلسي .
ما هي المعلومات التي يمكن استخراجها من الوثيقة.

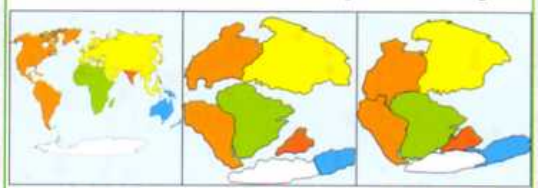


الجواب (20)

الظهرة الوسط محيطية تظهر موازية لحدود القارات تمتد لتقسم المحيط الأطلسي إلى نصفين.

المثال الحادي و العشرون

تمثل -الوثيقة18 - رسما تخطيطا أنجز وفق نظرية ويجنير سنة 1912.
ما هي المعلومات التي يمكن استخراجها من الوثيقة.



الجواب (21)

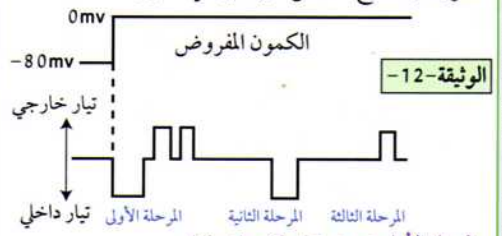
* كانت القارات قبل 225 مليون سنة كتلة واحدة تسبح في محيط هائل الحجم.
* تفرقت الكتلة القارية فيما بعد إلى عدة قارات باعد فيما بينها تقدم البحار و اتساع المحيطات.

ملاحظة : الإجابة بشكل عناصر، أفضل بكثير من الفقرات المطولة، سواء تعلق الأمر بنص علمي أو بتحليل أو تفسير.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المثال الثالث عشر

بواسطة تقنية Patch-clamp نتمكن من عزل جزء من غشاء الليف العصبي ثم نخضع الغشاء المعزول إلى كمون اصطناعي مفروض يحول الكمون الغشائي إلى 0 mv . و ذلك في شروط تجريبية مختلفة. الشروط و النتائج المحصل عليها مبينة في – الوثيقة 12 –.



الوثيقة – 12 –

المرحلة الأولى : من دون إضافة مواد سامة.
المرحلة الثانية : إضافة مادة مثبطة لانتقال شوارد الصوديوم.
المرحلة الثالثة : إضافة مادة مثبطة لانتقال شوارد الصوديوم.

حلل النتائج و ما هي المعلومات المستخرجة؟.

الجواب (13)

– التحليل:

* المرحلة الأولى : من دون إضافة مواد سامة : يؤدي الكمون المفروض إلى إحداث زوال استقطاب ير فق بنبضة تيار داخلي (انحراف المنحنى نحو الأسفل). و بعد فترة زمنية قصيرة تسجل نبضات تيار خارجة (انحراف المنحنى نحو الأعلى).
* المرحلة الثانية : مع إضافة مواد مثبطة لانتقال شوارد K+ نسجل فقط نبضة التيار الداخلي.
* المرحلة الثالثة : مع إضافة مواد مثبطة لانتقال شوارد Na+ نسجل فقط نبضة التيار الخارجي.

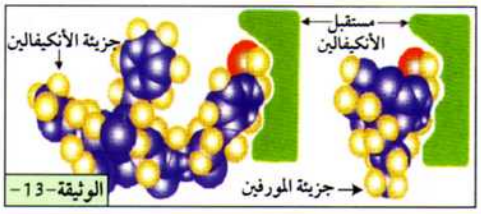
– المعلومات المستخرجة :

* يرفق زوال الاستقطاب بتدفق أيوني داخلي لشوارد الصوديوم.
* تسجل التيارات الأيونية الداخلة بتدفق شوارد الصوديوم.
* تسجل التيارات الأيونية الخارجة بتدفق شوارد البوتاسيوم.

المثال الرابع عشر

1 – إذا علمت أن المورفين مخدر يمكنه التخفيف من الإحساس بالألم بخفض توترات كمونات العمل.ما هي الفرضيات التي تقترحها فيما يتعلق بآلية تأثير المورفين ؟

2 – تبين – الوثيقة 13 – البنية الفراغية لكل من المورفين و الأنكيفالين و طريقة إرتباطهما بالمستقبل النوعي للأنكيفالين الموجود على الغشاء بعد المشبكي. حلل الوثيقة. و هل تسمح بتأكيد إحدى الفرضيات المقترحة سابقا ؟



الوثيقة – 13 –

الجواب (14)

1 – الفرضيات : الفرضيات التفسيرية المقدمة يجب أن تتعلق بمستويات تأثير المخدرات.

يعمل المورفين على:

* إعاقة عمل المبلغ الكيميائي عن طريق منع تركيبه.
* إعاقة عمل المبلغ الكيميائي عن طريق منع تثبته على المستقبل الغشائي.
* إعاقة تحرير الوسيط الكيميائي بمنع هجرة الحويصلات.

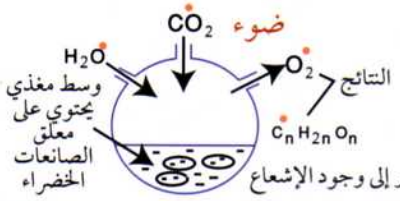
2 – التحليل : يلاحظ أن لكل من المورفين و الأنكيفالين بنى فراغية مختلفة إلا أنهما يمتلكان أجزاء تثبيت متشابهة على نفس المستقبلات الغشائية.

– نعم تسمح معطيات الوثيقة بتأكيد إحدى الفرضيات المقترحة سابقا، و هي الفرضية الثانية. و ذلك لإمكانية تثبت المورفين على المستقبل النوعي للأنكيفالين.

المثال الخامس عشر

الوثيقة – 14 –

لتحديد وظيفة الصانعة الخضراء تم إنجاز التجربة الممثلة في –الوثيقة 14 – ماذا تستخلص من النتائج الموضحة في التجربة ؟



* تشير إلى وجود الإشعاع

الجواب (15)

– الاستخلاص: هدف التجربة واضح، هو تحديد وظيفة الصانعة الخضراء. لذلك تكون الخلاصة كما يلي :

في وجود الضوء و CO_2 و الماء تقوم الصانعات الخضراء المعرضة للضوء بتركيب المادة العضوية و طرح O_2.

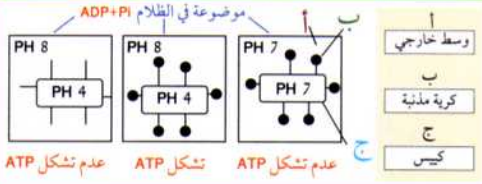
المثال السادس عشر

الوثيقة – 15 –

لغرض معرفة شروط تشكل الـ ATP أثناء عملية التركيب الضوئي نجري التجربة التالية :

عزلت التيلاكويدات بالطرد المركزي بعد تجزئة الصانعة الخضراء بتعريضها لصدمة حلولية، مراحل التجربة و نتائجها مبينة في – الوثيقة 15 – :

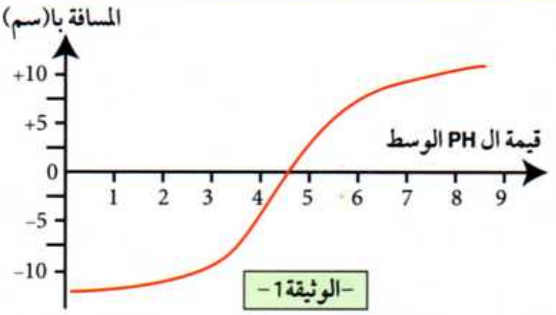
حلل النتائج و ماذا تستخلص ؟



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

أمثلة من تمارين نموذجية لامتحان شهادة البكالوريا في توظيف هذه المنهجية

المثال الأول



الوثيقة 1 -

يمثل منحنى الوثيقة -1- تغيرات تحرك بروتين زلال البيض في مجال كهربائي بدلالة درجة PH الوسط ابتداءا من نقطة متواجدة في منتصف المسافة بين القطب (+) و القطب (-). حلل و فسر المنحنى و ماذا تستنتج ؟

الجواب (1)

- التحليل : قبل الشروع في التحليل يجب ملاحظة أن البيان يبين تغيرات مسافة تحرك زلال البيض بين القطبين الموجب و السالب بدلالة PH الوسط. - يمكن تقسيم البيان إلى ثلاثة مراحل هي : PH > 4.5 ، PH = 4.5 ، PH< 4.5 .

- تكتب الملاحظة المسجلة في كل مرحلة على حدة، كما يلي :

* عند PH < 4.5 : يتحرك البروتين نحو القطب السالب مسافة أكبر كلما انخفض PH الوسط عن 4.5 .
* عند PH = 4.5 : لا يتحرك البروتين نحو أي قطب و يبقى في نقطة البدء .
* عند PH > 4.5 : يتحرك البروتين نحو القطب الموجب مسافة أكبر كلما ارتفع PH الوسط عن 4.5 .

- التفسير: يعتمد التفسير على المكتسبات المتعلقة بالخاصية الحمقلية للبروتينات، فيكون بذلك تعليل كل مرحلة كما يلي :

* عند PH < 4.5 : زيادة تحرك البروتين نحو القطب السالب تدل على ارتفاع الشحن الموجبة فيه مع انخفاض قيمة الـ PH و ذلك بسبب ارتفاع نسبة تأين الوظائف القاعدية (NH_2 -) باكتسابها للـ H^+ من الوسط الحمضي.
* عند PH = 4.5 : عدم تحرك البروتين نحو أي قطب يدل على أن عدد الشحنات الموجبة فيه يساوي عدد الشحنات السالبة فهو متعادل كهربائيا.
* عند PH > 4.5 : زيادة تحرك البروتين نحو القطب الموجب يدل على ارتفاع الشحن السالبة فيه بارتفاع قيمة الـ PH ، و ذلك بسبب ارتفاع نسبة تأين الوظائف الحمضية (COOH -) بتحريرها لـ H^+.

- الاستنتاج : نلاحظ من خلال معطيات التمرين أنها لم تشر إلى هدف التجربة، لكن من الواضح أن الهدف موجه لدراسة الخاصية الحمقلية للبروتينات. لذا يمكن صياغة النتيجة كما يلي :

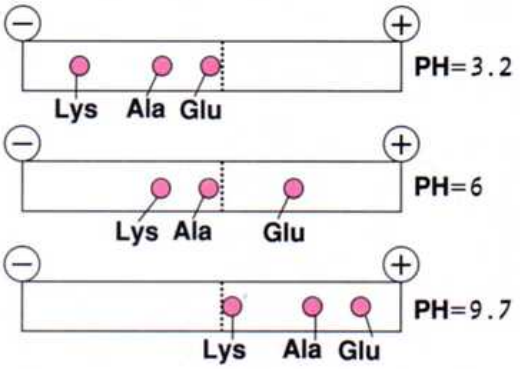
* تتصرف البروتينات كقاعدة في وسط حمضي و كحمض في وسط قاعدي. فالبروتينات مركبات حمقلية (أمفوتيرية).

المثال الثاني

لغرض مقارنة سلوك 3 أحماض أمينية في المجال الكهربائي عند درجات PH مختلفة، تم وضع خليط من هذه الأحماض الأمينية في منتصف شريط الهجرة الكهربائية. أجري بعد ذلك فصل لهذه الأحماض . نتائج الفصل موضحة في -الوثيقة 2 -.

أ- حلل نتائج التجربة.

ب- علل اختلاف مسافة الهجرة بين Lys و Ala عند PH=3.2 .



الوثيقة 2 -

الجواب (2)

أ- التحليل : هذه الوثيقة تختلف عن المنحنى البياني، إلا أن ذلك لا يغير شيئا في المبدأ الوصفي للتحليل، لذلك نقوم بقراءتها بالطريقة التالية.

- عند PH=3.2 : يتحرك كل من الألنين و الليزين نحو القطب السالب بينما يبقى الغلوتاميك في منتصف المسافة بين القطبين .

- عند PH=6 : يتحرك الغلوتاميك نحو القطب الموجب،و يتحرك الليزين نحو القطب السالب بينما يبقى الألنين في منتصف المسافة بين القطبين.

- عند PH=9.7 : يتحرك كل من الألنين و الغلوتاميك نحو القطب الموجب، بينما يبقى الليزين في منتصف المسافة بين القطبين.

ب- تعليل اختلاف مسافة الهجرة : التعليل يأخذ معنى التفسير. لذلك فالمقصود من هذا السؤال هو تفسير المرحلة الأولى من التجربة التي بينت الإختلاف في مسافة الهجرة بين Lys و Ala. و يكون تفسير ذلك كما يلي :

- الألنين حمض أميني متعادل (يمتلك وظيفة قاعدية واحدة NH_2 -) يكتسب بروتونا من الوسط الحمضي (PH = 3.2) فتظهر شحنة موجبة عليه بتأين الوظيفة القاعدية الوحيدة (NH_3^+ -)، لذلك يتحرك الألنين نحو القطب السالب.

- الليزين حمض أميني قاعدي (يمتلك وظيفتين قاعديتين) يمكنه اكتساب بروتونين من الوسط الحمضي فتظهر عليه شحنتان موجبتان بتأين الوظيفتين القاعديتين، لذلك فهو يقطع مسافة أكبر نحو القطب السالب، لأنه كلما زاد عدد الشحن الموجبة زادت الجاذبية نحو القطب السالب.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المثال الثالث

نضع ببتيد (س) في وسط مائي يحتوي على حمض كلور الماء عند درجة حرارة 106°م لمدة 48 ساعة . ثم نأخذ قطرتين من المحلول لإنجاز التجربة التالية:

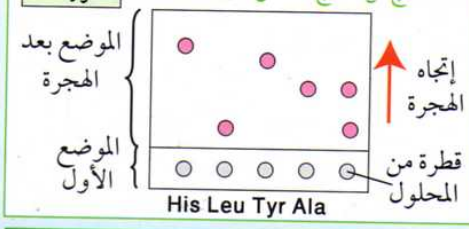
توضع القطرة على صفيحة زجاجية مغطاة لغرض إجراء تقنية التسجيل اللوني (الكروماتوغرافيا) حيث تستعمل قطرات من محاليل ذات أحماض أمينية معلومة .

بعد مدة زمنية يتم التجفيف ثم المعاملة بإدة النينهيدرين فتظهر بقع ملونة على ورقة التسجيل اللوني .

النتائج المحصل عليها مبينة في -الوثيقة 3 -

ماذا تستنتج من النتائج المحصل عليها ؟

-الوثيقة3-



الجواب (3)

- **الاستنتاج** : لم تذكر المعطيات الهدف من إجراء هذه التجربة، إلا أنه يتضح من قراءتها أن الهدف هو التعرف على عدد و نوع الأحماض الأمينية المشكلة للببتيد (س) من خلال عمليتي الإماهة و الفصل الكروماتوغرافي. لذلك فنتيجة هذه التجربة هي :

الببتيد (س) ثنائي يدخل في تركيبه كل من الألنين و اللوسين .

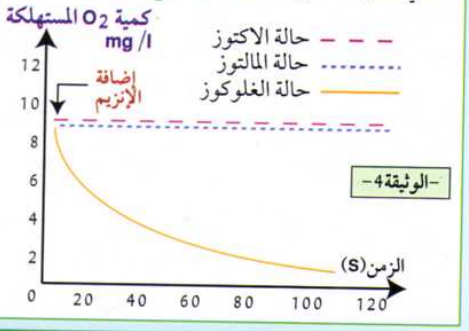
- **التعليل** : من- الوثيقة3 - يتبين أن :

* تعريض قطرة من المحلول الحاوي على نواتج إماهة الببتيد (س) إلى الفصل الكروماتوغرافي أعطى بقعتين على ورقة الفصل. فالببتيد (س) يتكون من حمضين أمينيين.
* مسافة هجرة اللوسين توافق البقعة الأولى، و مسافة هجرة الألنين توافق البقعة الثانية. فالببتيد (س) يدخل في تركيبه كل من الألنين و اللوسين.

ملاحظة : التعليل هنا غير مطلوب، إنما أضيف فقط للتوضيح.

المثال الرابع

لدراسة حركية التفاعلات الإنزيمية أجريت تجارب مدعمة بالحاسوب (ExAO). وضع أنزيم غلوكوز أكسيداز في وسط درجة حرارته 37°م و ذو PH = 7 داخل مفاعل خاص، و بواسطة لاقط الـ O_2 تم تقدير كمية الأكسجين المستهلكة في التفاعل عند استعمال مواد مختلفة (غلوكوز ، لاكتوز ، مالتوز). نتائج القياسات ممثلة في منحنيات -الوثيقة4 - : حلل النتائج و ماذا تستخلص ؟



-الوثيقة4-

الجواب (4)

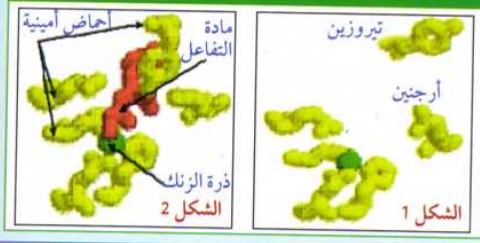
- **التحليل** : يبين المنحنى تغير كمية الأكسجين المستهلكة بدلالة الزمن باستعمال ثلاث مواد مختلفة.

* في حالة الغلوكوز :عند إضافة الغلوكوز يلاحظ تناقص سريع لكمية الأكسجين في الوسط، حيث ينعدم تقريبا عند الزمن 80 ثانية.
* في حالتي اللاكتوز و المالتوز : تبقى كمية الأكسجين في الوسط ثابتة طيلة التجربة رغم توفر الأنزيم.

- **الاستخلاص** : أنجزت هذه التجربة من أجل دراسة حركية التفاعلات الأنزيمية. فكانت الملاحظة المسجلة أن الحركية الأنزيمية تتغير بدلالة مادة التفاعل، و بالتالي خلاصة هذه التجربة هي : تتغير الحركية الأنزيمية بتغير طبيعة مادة التفاعل.

ملاحظة : يمكن إجراء نفس التجربة بنفس الشروط لكن من أجل هدف آخر. كأن يقول : من أجل التعرف على بعض خصائص الأنزيمات نحقق التجربة التالية، و تعاد نفس شروط و نتائج التجربة السابقة، يكون الاستخلاص في هذه الحالة : " تتميز الأنزيمات بالنوعية تجاه مادة التفاعل". هذا لأن الاستخلاص أو الاستنتاج يخدم دوما هدف التجربة.

المثال الخامس



-الوثيقة5-

تمثل - الوثيقة5 - الأحماض الأمينية المشكلة الموقع الفعال لأنزيم كربوكسي ببتيداز :

* الشكل " 1 " في غياب مادة التفاعل.
* الشكل " 2 " في وجود مادة التفاعل.

- قارن بين الشكلين " 1 " و "2".

- ماذا تستنتج حول طريقة عمل الأنزيم ؟

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

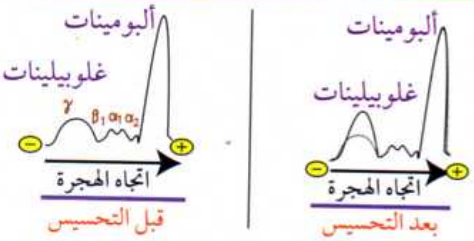
الجواب (5)

- المقارنة : تعتمد المقارنة هنا على الملاحظة فقط ، لذلك نجيب على هذا السؤال كما يلي :
- في غياب مادة التفاعل تأخذ الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال وضعية فراغية معينة متباعدة.
- في وجود مادة التفاعل تأخذ الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال وضعية فراغية متقاربة نحو مادة التفاعل.
- الاستنتاج : لم تبين المعطيات الهدف من إجراء هذه المقارنة، إلا أن الملاحظة تبين أن الهدف منها هو التعرف على التكامل المحفز. و بالتالي تكون النتيجة كما يلي :

* تتم طريقة عمل الأنزيم بحدوث تكامل بنيوي بين الموقع الفعال للأنزيم و مادة التفاعل، بحيث تقترب هذه الأخيرة من الأنزيم فتحفزه لتغيير شكله الفراغي فيصبح الموقع الفعال مكملا لشكل مادة التفاعل. إنه التكامل المحفز.

المثال السادس

من أجل التعرف على نوع الجزيئات الدفاعية المنتجة من قبل العضوية نقترح الدراسة التالية : تمثل – الوثيقة6 – نتائج تجارب أجريت على بروتينات مصل حيوان قبل و بعد تحسيسه بمولد ضد خاص.
قارن بين نتائج الهجرة الكهربائية للجزيئات المصلية قبل و بعد التحسيس و ماذا تستخلص؟



-الوثيقة6-

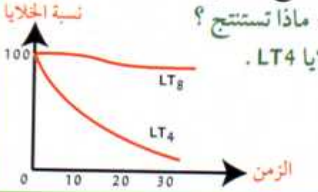
الجواب (6)

- المقارنة : تبين نتائج الهجرة الكهربائية وجود تطابق بين البروتينات المصلية قبل و بعد التحسيس ماعدا في غلوبيلين الذي يكون مرتفعا بعد التحسيس .
- الاستخلاص : لأن التجربة أنجزت من أجل التعرف على نوع الجزيئات الدفاعية المنتجة من طرف العضوية يكون الاستخلاص كما يلي:

* الجزيئات الدفاعية المنتجة من طرف العضوية من نوع γ غلوبيلين .

المثال السابع

لمعرفة الخلايا المستهدفة من طرف فيروس السيدا نحقق التجربة التالية:
تزرع خارج الجسم خلايا لمفاوية LT_4 و LT_8 مع فيروسات VIH ، ثم نتتبع تطور نسبة هذه الخلايا . النتائج مبينة في منحنى – الوثيقة7 – .
أ- حلل منحنى – الوثيقة7 –، ماذا تستنتج ؟
ب- علل استهداف VIH للخلايا LT4 .



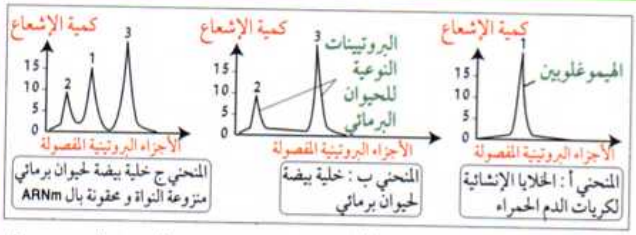
-الوثيقة7-

الجواب (7)

أ- التحليل: نسبة اللمفاويات LT_8 بقيت ثابتة و لم تتأثر بفيروس VIH ، بينما تتناقص نسبة LT_4 بسرعة حتى تكاد تنعدم متأثرة بالفيروس.
- الاستنتاج: الخلية المستهدفة من طرف VIH هي اللمفاوية LT_4 .
ب- التعليل : الإجابة على هذا السؤال هي تفسير لمنحنى LT_4.
استهداف فيروس VIH لخلايا LT_4 يفسر بإمكانية حدوث تكامل بنيوي بين بروتين سطحي يوجد على غشاء الفيروس يدعى GP120 و المستقبل النوعي الخاص بالخلية LT_4 المسمى CD_4.

المثال الثامن

-الوثيقة8-



1- رغم تواجد المورثة بالنواة فإنها تشرف على تركيب البروتين بالسيتوبلازم .
أ- ما هي الإشكالية العلمية المطروحة ؟ ب- اقترح فرضية حلا لهذه الإشكالية.
2- لغرض الإجابة على الإشكالية العلمية المطروحة و التأكد من الفرضية المقترحة، أجريت التجربة التالية : نحضر مجموعتين من بيوض حيوان برمائي (ضفدع اخضر) في وسط يحوي أحماض أمينية ذات كربون مشع : المجموعة الأولى محقونة بـ ARN رسول معزول من هيولي خلية أصلية لكريات الدم الحمراء قادرة على صنع الهيموغلوبين.و المجموعة الثانية شاهدة غير محقونة بال ARN الرسول.
يمكن التعرف على البروتينات التي توجد داخل البيوض بعد ساعات من حقن ARN الرسول بتتبع مصير الأحماض الأمنية المشعة .
نتائج التجربة ممثلة في منحنيات –الوثيقة8 –
أ- حلل نتائج النشاط الإشعاعي لكل وسط . ب- هل النتائج المحصل عليها تؤكد الفرضية المقترحة سابقا ؟ علل إجابتك .

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الجواب (8)

1 – أ – **الإشكالية العلمية** : المقصود من هذا السؤال هو تحديد الهدف من الدراسة التجريبية الموالية. و تكون الإجابة كما يلي : المعلومات الوراثية توجد بالنواة على مستوى الـ ADN ، فكيف تتمكن هذه الجزيئة من الإشراف على بروتين يتم تركيبه في السيتوبلازم ؟

ب– **الفرضية** : كما سبق و أن أشرنا أن الفرضية دائما تفسيرية، و التفسير المقترح هو : المورثة تشرف على تركيب البروتين من خلال عنصر وسيط (ARNm) .

2 – أ– **تحليل نتائج النشاط الإشعاعي** : في هذه التجربة نشير إلى الأنواع البروتينية المتشكلة من دون الاهتمام إلى كمية الإشعاع . فيكون التحليل كما يلي :

* المنحنى (أ) : الخلايا الإنشائية تركب بروتين الهيموغلوبين .
* المنحنى (ب): بيض الضفدع العادي لا يركب إلا بروتينات البيض .
* المنحنى (ج) : بيض الضفدع المعامل تجريبيا (المحقون بـ ARNm الخلايا الإنشائية) يركب بروتين الهيموغلوبين بالإضافة إلى بروتيناته.

ب– **النتائج المحصل عليها تؤكد الفرضية المقترحة** . - الإجابة على هذا السؤال هي تفسير للمنحنى (ج) .

– **التعليل** : بيض الضفدع ركب بروتين الهيموغلوبين فقط نتيجة حقنه بالـ ARNm المستخلص من خلية تحمل صفة القدرة على تركيب الهيموغلوبين بواسطة مورثة تقع على الـ ADN . هذا يؤكد أن الـ ARNm يحمل رسالة وراثية معينة ليلعب دور عنصر وسيط بين المعلومة الوراثية الواقعة على الـ ADN و تركيب البروتين في السيتوبلازم .

المثال التاسع

-الوثيقة9-

تمثل – الوثيقة9 – جدول الشفرة الوراثية (المعجم الوراثي) .ما هي المعلومات التي يمكن استخراجها من هذا الجدول ؟

الحرف الأول	الحرف الثاني U	الحرف الثاني C	الحرف الثاني A	الحرف الثاني G	
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C
	UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A
	UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gin	CGA Arg	A
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gin	CGG Arg	G
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C
	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A
	AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G

الجواب (9)

– المعلومات التي يمكن استخراجها :

– للإجابة على مثل هذا السؤال لا يحتاج الطالب إلى معلومات مكتسبة، بل يكتفي فقط بالمعلومات التي تقدمها الوثيقة.

هذه المعلومات هي :

* يحوي المعجم الوراثي 64 شفرة وراثية .
* يُقابل كل حمض أميني بثلاثية من النيكليوتيدات هي الشفرة .
* هناك شفرات وراثية لا ترمز لأي حمض أميني تدعى بشفرات التوقف و هي: UGA ، UAG ، UAA .
* يمكن أن توافق عدة شفرات حمضا أمينيا واحدا .
* تعرف الشفرة AUG بشفرة البداية، و هي توافق حمضا أمينيا واحدا هو الميثيونين (Met).

المثال العاشر

لإظهار الشرو ل التي تسمح بالحفاظ على ثبات التوزيع غير المتعادل لشوارد K^+ و Na^+ على جانبي غشاء الليف العصبي للكالمار نقوم بالتجارب الملخصة في الجد ول التالي : ماذا تستنتج من التحليل المقارن للمراحل التجريبية الخمس ؟.

التجارب	1	2	3	4	5
الشروط التجريبية	الليف في وسط فزيولوجي 37° م مع وجود الغلوكوز و وجود الأكسجين.	الليف في وسط فزيولوجي 37° م مع غياب الغلوكوز و وجود الأكسجين .	الليف في وسط فزيولوجي 0° م مع وجود الغلوكوز و وجود الأكسجين .	الليف في وسط فزيولوجي 37° م مع وجود الغلوكوز و وجود الأكسجين و وجود مادة DNP التي تمنع تشكل ATP.	الليف في وسط فزيولوجي 37° م مع وجود الغلوكوز و غياب الأكسجين.
النتائج	خروج Na^+ ودخول K^+ .	خروج K^+ ودخول Na^+ حتى التوازن	نفس نتائج التجربة 2	نفس نتائج التجربة 2	نفس نتائج التجربة 2

الجواب (10)

– **الاستنتاج** : تدرس هذه التجربة شروط عمل مضخة الصوديوم و البوتاسيوم للحفاظ على فرق التركيز المميز لكمون الراحة و ذلك بنقل الشاردتين عكس تدرج التركيز (خروج Na^+ و دخول K^+). - التجربة الشاهدة هي التجربة الأولى، لذلك و من أجل الإجابة على السؤال يجب مقارنة كل تجربة بالتجربة الأولى، و بالتالي تكون الإجابة كما يلي :

* من مقارنة التجربة الثانية بالأولى نستنتج أن الحفاظ على فرق التركيز يتطلب مصدرا طاقويا (الغلوكوز).* من مقارنة التجربة الثالثة بالأولى نستنتج أن الحفاظ على فرق التركيز يتطلب درجة حرارة ملائمة فالظاهرة حيوية أنزيمية.* من مقارنة التجربة الخامسة بالأولى نستنتج أن الحفاظ على فرق التركيز يتطلب O_2 كوسيلة لهدم الغلوكوز.

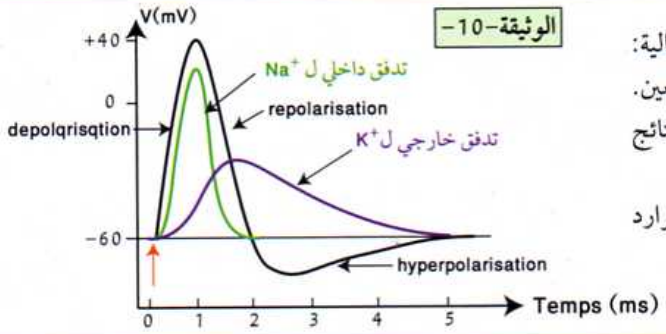
– **ملاحظة** : لو كانت صيغة السؤال: ماذا تستنتج ؟ لكانت الإجابة كما يلي : شروط الحفاظ على ثبات التوزيع غير المتعادل لشوارد K^+ و Na^+ على جانبي الغشاء-الليف العصبي هي : الغلوكوز ، درجة حرارة ملائمة ، ATP ، أكسجين.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المثال الحادي عشر

لدراسة التفسير الشاردي لكمون العمل نقوم بالتجربة التالية:
ينبه ليف عصبي معزول في وجود الصوديوم و البوتاسيوم المشعين.
ثم نقيس نفاذية كل منهما خلال كمون العمل، فنحصل على النتائج الممثلة في منحنيات – الوثيقة10 –.
قدم تحليلا مقارنا بين منحنى كمون العمل و منحنيات تدفق شوارد الصوديوم و البوتاسيوم .

الوثيقة-10-



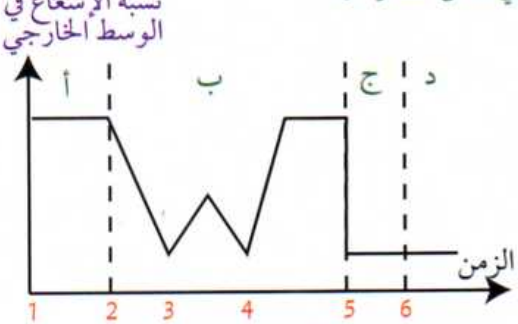
الجواب (11)

– التحليل المقارن :

* يشمل كمون العمل مرحلتين أساسيتين هما:- مرحلة زوال الاستقطاب (dépolarisation).
- مرحلة عودة الاستقطاب (repolarisation) التي تتبع بفرط استقطاب طفيف (hyperpolarisation) قبل عودة الاستقطاب إلى الحالة الطبيعية.
* نسجل أثناء زوال استقطاب الغشاء تدفق أيوني داخلي معتبر للصوديوم.
* نسجل أثناء عودة الاستقطاب تدفق أيوني خارجي للبوتاسيوم، مع انخفاض في تدفق شوارد الصوديوم إلى أن تتوقف.
* أثناء فرط الاستقطاب يستمر تدفق البوتاسيوم ليتوقف مع عودة الاستقطاب إلى الحالة الطبيعية.

المثال الثاني عشر

يمثل المنحنى الموالي نتائج قياس الصوديوم المشع في الوسط الخارجي لليف العصبي للكالمار في الشروط التجريبية التالية :
– المرحلة (أ) : نحقن الليف العصبي في الزمن ز 1 بكمية قليلة من الصوديوم المشع، ثم يوضع بعدها الليف في وسط غير مشع يتم استبداله في فترات زمنية منتظمة. و بعدها نقيس كمية الإشعاع في الوسط الخارجي.
– المرحلة (ب) : نعيد المرحلة (أ) مع إضافة مادة السيانور أو الدينتروفينول DNP التي تمنع تركيب ATP إلى الوسط و ذلك في ز 2 و عند ز 3 نحقن الليف بكميات من ATP .ثم نزيل DNP في ز 4.
– المرحلة (ج) : في ز5 نعيد المرحلة (أ) لكن في درجة حرارة 00م.
– المرحلة (د) : في ز6 نعيد المرحلة (أ) مع نزع +K من الوسط الخارجي .
النتائج مبينة في الوثيقة –11– حلل النتائج ، و ما هي المعلومات التي يمكن استخراجها ؟



الوثيقة-11-

الجواب (12)

– التحليل : يبين المنحنى تغير نسبة الصوديوم المشع في الوسط الخارجي بدلالة الزمن في شروط تجريبية مختلفة.
* المرحلة (أ): تضل نسبة الإشعاع ثابتة في الوسط الخارجي طيلة هذه المرحلة.
* المرحلة (ب): بإضافة DNP في ز2 تتناقص نسبة الإشعاع في الوسط الخارجي بشكل كبير، ثم تعود للارتفاع مجددا بإضافة كمية من ATP في ز3، لكنها تعود للانخفاض بعد استهلاك كمية الـ ATP المضافة. و بإزالة DNP في ز4 تعود نسبة الإشعاع إلى الارتفاع في الوسط الخارجي مجددا.
* المرحلة (ج): في ز5 و عند درجة حرارة 0° م تنخفض نسبة الإشعاع في الوسط الخارجي إلى حد كبير.
* المرحلة (د): بنزع البوتاسيوم من الوسط الخارجي تبقى نسبة الإشعاع فيه منخفضة جدا.
– المعلومات المستخرجة :إذا كان التحليل يكتفي بقراءة وصفية لمعطيات الوثيقة، فإن استخراج المعلومات من وثيقة معينة يتجاوز الوصف ليترجم معطيات الوثيقة أو النتائج المبينة فيها إلى نصوص علمية واضحة.
– فتكون بذلك المعلومات المستخرجة من – الوثيقة 11– هي :
* المرحلة (أ): ظهور الصوديوم المشع في الوسط الخارجي يعني نقله عكس تدرج التركيز.
* المرحلة (ب): نقل الصوديوم عكس تدرج التركيز يتطلب طاقة مصدرها إماهة الـ ATP.
* المرحلة (ج): نقل الصوديوم عكس تدرج التركيز ظاهرة حيوية تتطلب درجة حرارة ملائمة.
* المرحلة (د): نقل الصوديوم مرتبط بوجود البوتاسيوم.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM