

3AS

شعبة العلوم التجريبية



علوم الطبيعة و الحياة

BAC

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 :

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

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، ومن ثم إعطاء النتيجة.

د- المعلومات المستخرجة

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

ه- صياغة الفرضيات

الفرضية دوماً تفسيرية، و الطالب ليس مطالباً 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 التدريب عليها.

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 غالباً 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 و صفية لمعطيات الوثيقة من دون تحليل، كأنه يجب 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 الترتيب 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 - مثلاً - 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.

الجواب (16)

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

الجواب (17)

المعلومات المستخلصة:

- * يدخل كربون CO₂ في بناء الجزئيات العضوية.
- * يدخل أكسجين CO₂ في بناء الجزئيات العضوية.
- * إذن يدخل CO₂ بكامله في بناء الجزئيات العضوية.
- * لا يدخل أكسجين الماء في بناء الجزئيات العضوية.
- * يطرح أكسجين الماء أثناء الظاهرة المدروسة.

الغاز المطروح	إشعاع الجزئيات العضوية المصطنعة	التركيب الكيميائي للوسط
O ₂ غير مشع	+	H ₂ O + مشع CO ₂ كربونه مشع
O ₂ غير مشع	+	H ₂ O + مشع CO ₂ أكسجينه مشع
O ₂ مشع	-	H ₂ O + مشع CO ₂ أكسجينه مشع

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

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) ونسد الإناء الثاني بإحكام (وسط لا هوائي) . يتم تتبع ظهور الإشعاع داخل خلايا الخميرة (الهيوبي، الميتوكوندري) بعد فترات زمنية مختلفة. النتائج موضحة في الجدولين (أ، ب).

* P حمض البيروفيك المشع، * A₁ الأستيل مرافق الأنزيم أ، * A₂ حمض الليمون، * A₃ كحول الإيثانول. حلل النتائج التجريبية في الجدولين أ و ب.

الزمن	الوسط الهيوبي	الميتوكوندري
0 ز	G [*]	G [*]
1 ز	G [*]	G [*]
2 ز	P [*]	P [*]
3 ز	A ₁ + P [*]	A ₁ + P [*]
4 ز	A ₂	A ₂ CO ₂

الجدول (ب)

الجدول (أ)

الجواب (18)

- التحليل : - الجدول (أ) : * من 0 إلى 1 ز: ينتقل الغلوكوز من الوسط الخارجي إلى هيوبي الخميرة.
- * من 1 إلى 2 ز: يتحول الغلوكوز في الهيوبي إلى حمض البيروفيك، ثم يدخل هذا الأخير إلى الميتوكوندري.
- * من 2 إلى 3 ز: يتحول حمض البيروفيك داخل الميتوكوندري إلى أستيل مرافق الأنزيم أ.
- * من 3 إلى 4 ز: يتحول الأستيل مرافق الأنزيم أ إلى حمض الليمون في الميتوكوندري ويطرح CO₂ إلى الخارج.
- الجدول (ب) : * من 0 إلى 1 ز: ينتقل الغلوكوز من الوسط الخارجي إلى هيوبي الخميرة.
- * من 1 إلى 2 ز: يتحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك و يبقى في الهيوبي.
- * من 2 إلى 3 ز: يتفكك حمض البيروفيك تدريجيا على مستوى الهيوبي ليعطي كحول الإيثانول .
- * من 3 إلى 4 ز: يبقى الإيثانول في الهيوبي ويطرح CO₂.

المثال الحادي والعشرون

تمثل - الوثيقة 18 - رسما تخظيطا أنجز وفق نظرية ويجينير سنة 1912 . ما هي المعلومات التي يمكن استخراجها من الوثيقة.



قبل 225 مليون سنة قبل 135 مليون سنة حاليا

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 واتساع المحيطات.

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

المثال العشرون

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

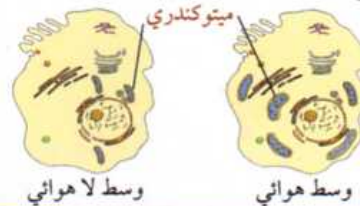


الجواب (20)

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

المثال التاسع عشر

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



الجواب (19)

- * يلاحظ على الخلايا الموضوعة في وسط هوائي تواجد ميتوكوندريات متطورة وعديدة .
- * يلاحظ على الخلايا الموضوعة في وسط لا هوائي تواجد عدد قليل من الميتوكوندريات غير المتطورة.

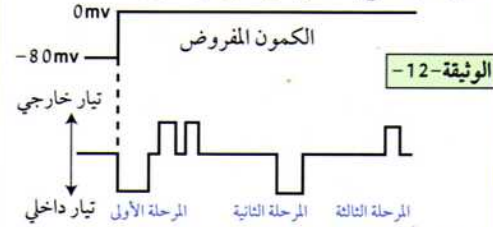
الجواب (13)

- التحليل:

- * المرحلة الأولى: من دون إضافة مواد سامة: يؤدي الكيمون المفروض إلى إحداث زوال استقطاب يرفق نبضة تيار داخلي (انحراف المنحنى نحو الأسفل). وبعد 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 الثالث عشر

بواسطة تقنية Patch-clamp تتمكن من عزل جزء من غشاء الليف العصبي ثم نخضع الغشاء المعزول إلى كيمون اصطناعي مفروض يحول الكيمون الغشائي إلى 0 mv . وذلك في شروط تجريبية مختلفة. الشروط والنتائج المحصل عليها مبينة في - الوثيقة 12 -.



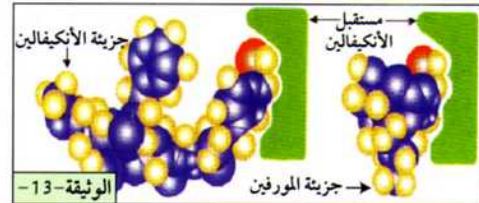
المرحلة الأولى: من دون إضافة مواد سامة.
المرحلة الثانية: إضافة مادة مثبطة لانتقال شوارد الصوديوم.
المرحلة الثالثة: إضافة مادة مثبطة لانتقال شوارد الصوديوم.
حلل النتائج وما هي المعلومات المستخرجة؟

الجواب (14)

- 1- الفرضيات: الفرضيات التفسيرية المقدمة يجب أن تتعلق بمستويات تأثير المخدرات.
يعمل المورفين على:
* إعاقه عمل المبلغ الكيميائي عن طريق منع تركيبه.
* إعاقه عمل المبلغ الكيميائي عن طريق منع تثبته على المستقبل الغشائي.
* إعاقه تحرير الوسيط الكيميائي بمنع هجرة الحويصلات.
 - 2- التحليل: يلاحظ أن لكل من المورفين والأنكيفالين بنى فراغية مختلفة إلا أنها يمتلكان أجزاء تثبته متشابهة على نفس المستقبل الغشائي.
- نعم تسمح معطيات الوثيقة بتأكيد إحدى الفرضيات المقترحة سابقاً، وهي الفرضية الثانية. وذلك لإمكانية تثبت المورفين على المستقبل النوعي للأنكيفالين.

المثال الرابع عشر

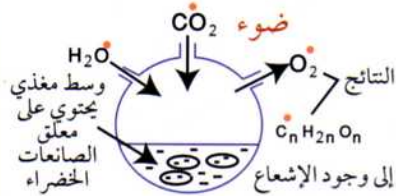
- 1- إذا علمت أن المورفين مخدر يمكنه التخفيف من الإحساس بالألم بخفض توترات كمونات العمل. ما هي الفرضيات التي تقترحها فيما يتعلق بآلية تأثير المورفين؟
- 2- تبين - الوثيقة 13 - البنية الفراغية لكل من المورفين والأنكيفالين وطريقة ارتباطها بالمستقبل النوعي للأنكيفالين الموجود على الغشاء بعد المشبكي. حلل الوثيقة. وهل تسمح بتأكيد إحدى الفرضيات المقترحة سابقاً؟



الجواب (15)

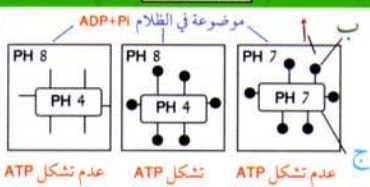
- الاستخلاص: هدف التجربة واضح، هو تحديد وظيفة الصانعة الخضراء. لذلك تكون الخلاصة كما يلي:
في وجود الضوء و CO_2 و الماء تقوم الصانعات الخضراء المعرضة للضوء بتركيب المادة العضوية و طرح O_2 .

الوثيقة-14



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

الوثيقة-15



- وسط خارجي
- ب
- كروية مدنية
- ج
- كيس

المثال السادس عشر

لغرض معرفة شروط تشكل ال ATP أثناء عملية التركيب الضوئي نجري التجربة التالية:
عزلت التيلاكويدات بالطرد المركزي بعد تجزئة الصانعة الخضراء بتعريضها لضوءة حلولية، مراحل التجربة ونتائجها مبينة في - الوثيقة 15 -:
حلل النتائج و ماذا تستخلص؟

أمثلة من تمارين نموذجية لامتحانات شهادة البكالوريا في توظيف هذه النهجية

الجواب (1)

- التحليل : قبل الشروع في التحليل يجب ملاحظة أن البيان يبين تغيرات مسافة تحرك زلال البيض بين القطبين الموجب والسالب 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 ويبقى في نقطة البدء .
 * عند $PH > 4.5$: يتحرك البروتين نحو القطب الموجب مسافة أكبر كلما ارتفع PH الوسط عن 4.5 .

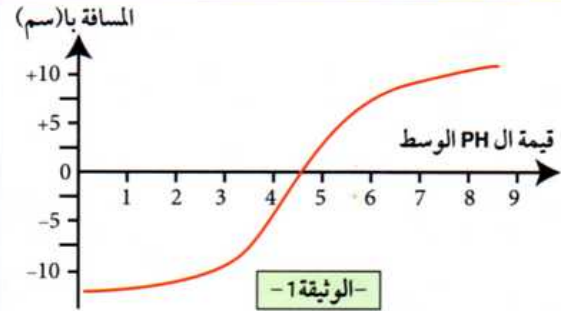
- التفسير: يعتمد التفسير على المكتسبات المتعلقة بالخاصية الحمقلية للبروتينات، فيكون بذلك تحليل كل مرحلة كما يلي :

* عند $PH < 4.5$: زيادة تحرك البروتين نحو القطب السالب تدل على ارتفاع الشحن الموجبة فيه مع انخفاض قيمة الـ PH وذلك بسبب ارتفاع نسبة تآين 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 كهربائياً.
 * عند $PH > 4.5$: زيادة تحرك البروتين نحو القطب الموجب يدل على ارتفاع الشحن السالبة فيه بارتفاع قيمة الـ PH ، وذلك بسبب ارتفاع نسبة تآين 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 الأول



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

الجواب (2)

أ- التحليل : هذه الوثيقة تختلف عن المنحنى البياني، إلا أن ذلك لا يغير شيئاً في المبدأ الوصفي للتحليل، لذلك نقوم بقراءتها بالطريقة التالية.
 - عند $PH = 3.2$: يتحرك كل من الألتين و الليزين نحو القطب السالب بينما يبقى الغلوتاميك في منتصف المسافة بين القطبين .
 - عند $PH = 6$: يتحرك الغلوتاميك نحو القطب الموجب، ويتحرك الليزين نحو القطب السالب بينما يبقى الألتين في منتصف المسافة بين القطبين .
 - عند $PH = 9.7$: يتحرك كل من الألتين و الغلوتاميك نحو القطب الموجب، بينما يبقى الليزين في منتصف المسافة بين القطبين .

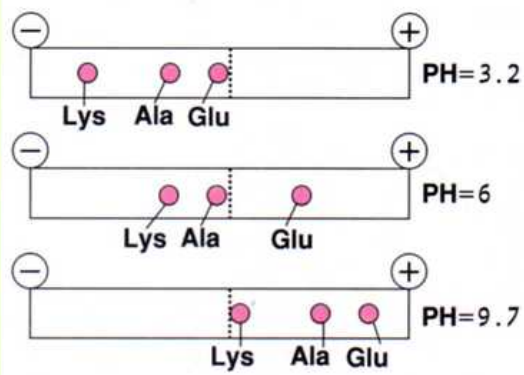
ب- تحليل اختلاف مسافة الهجرة : التحليل يأخذ معنى التفسير. لذلك فالمقصود من هذا السؤال هو تفسير المرحلة الأولى من التجربة التي بينت الاختلاف في مسافة الهجرة بين Lys و Ala. ويكون تفسير ذلك كما يلي :
 - الألتين حمض أميني متعادل (يمتلك وظيفة قاعدية واحدة NH_2^-) يكتسب بروتوناً من الوسط الحمضي ($PH = 3.2$) فتظهر شحنة موجبة عليه بتآين الوظيفة القاعدية الوحيدة (NH_3^+ -)، لذلك يتحرك الألتين نحو القطب السالب.

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

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 -

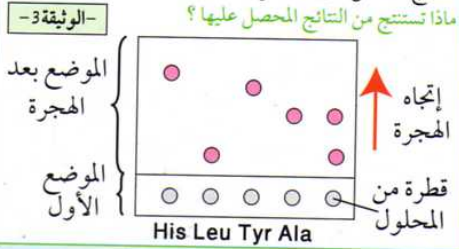
المثال الثالث

نضع بيتيد (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 بإداة النيهدرين فتظهر بقع ملونة على ورقة التسجيل اللوني.

النتائج المحصل عليها مبيّنة في الوثيقة 3 -
ماذا تستنتج من النتائج المحصل عليها؟



الجواب (3)

- الاستنتاج: لم تذكر المعطيات الهدف من إجراء هذه التجربة، إلا أنه يتضح من قراءتها أن الهدف هو التعرف على عدد ونوع الأحماض الأمينية المشكلة للبيتيد (س) من خلال عمليتي الإمهاء والفصل الكروماتوغرافي. لذلك فتنتيجة هذه التجربة هي:

البيتيد (س) ثنائي يدخل في تركيبه كل من الألائين واللويسين.

- التعليل: من الوثيقة 3 - يتبين أن:

* تعريض قطرة من المحلول الحاوي على نواتج إمهاء البيتيد (س) إلى الفصل الكروماتوغرافي أعطى بقعتين على ورقة الفصل.

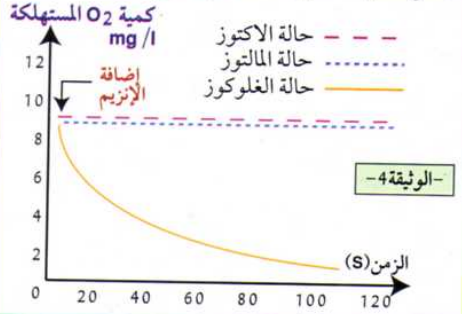
فالبيتيد (س) يتكون من حمضين أميين.

* مسافة هجرة اللوسين توافقت البقعة الأولى، ومسافة هجرة الألائين توافقت البقعة الثانية. فالبيتيد (س) يدخل في تركيبه كل من الألائين واللويسين.

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 وذو PH = 7 داخل مفاعل خاص، وبواسطة لاقط الـ O₂ تم تقدير كمية الأكسجين المستهلكة في التفاعل عند استعمال مواد مختلفة (غلوكوز، لاكتوز، مالتوز). نتائج القياسات ممثلة في منحنيات - الوثيقة 4 - : حلل النتائج وماذا تستخلص؟



الجواب (4)

- التعليل: 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 بنعدم تقريبا عند الزمن 80 ثانية.

* في حالتي اللاكتوز والمالتوز: تبقى كمية الأكسجين في الوسط ثابتة طيلة التجربة رغم توفر الأنزيم.

- الاستخلاص: أنجزت هذه التجربة من أجل دراسة حركية التفاعلات الإنزيمية. فكانت الملاحظة المسجلة أن الحركية الإنزيمية تتغير بدلالة مادة التفاعل، وبالتالي خلاصة هذه التجربة هي:

تغير الحركية الإنزيمية 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، وتعاد نفس شروط ونتائج التجربة السابقة، يكون الاستخلاص في هذه الحالة: " تمييز الأنزيمات

بالنوعية تجاه مادة التفاعل". هذا لأن الاستخلاص أو الاستنتاج يخدم دوما هدف التجربة.

المثال الخامس

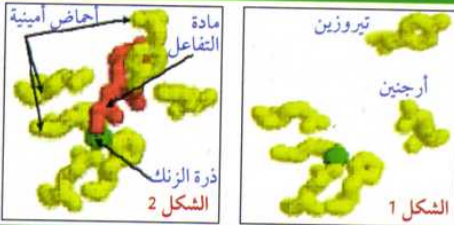
تمثل - الوثيقة 5 - الأحماض الأمينية المشكلة الموقع الفعال لأنزيم كربوكسي بيتيداز:

* الشكل " 1 " في غياب مادة التفاعل.

* الشكل " 2 " في وجود مادة التفاعل.

- قارن بين الشكلين " 1 " و " 2 ".

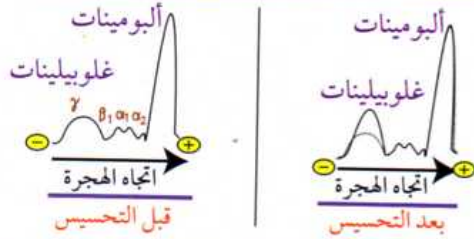
- ماذا تستنتج حول طريقة عمل الأنزيم؟



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 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 فتحفزها لتغيير شكله الفراغي فيصبح الموقع الفعال مكتملا لشكل مادة التفاعل. إنه التكامل المحفز.

المثال السادس



- الوثيقة 6 -

من أجل التعرف على نوع الجزئيات الدفاعية المنتجة من قبل العضوية نقترح الدراسة التالية : تمثل - الوثيقة 6 - نتائج تجارب أجريت على بروتينات مصمل حيوان قبل وبعد تحسيسه بمولد ضد خاص. قارن بين نتائج الهجرة الكهربائية للجزئيات المصلية قبل وبعد التحسيس وماذا تستخلص؟

الجواب (6)

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

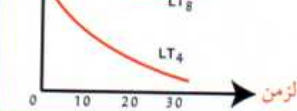
الجواب (7)

- أ- التحليل : نسبة اللمفاويات LT_8 بقيت ثابتة و لم تتأثر بفيروس VIH ، بينما تناقص 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 المنحنى 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 السابع

لمعرفة الخلايا المستهدفة من طرف فيروس السيدا نحقق التجربة التالية : نزرع خارج الجسم خلايا لمفاوية LT_4 و LT_8 مع فيروسات VIH ، ثم نتبع تطور نسبة هذه الخلايا . النتائج مبينة في منحنى - الوثيقة 7 - .

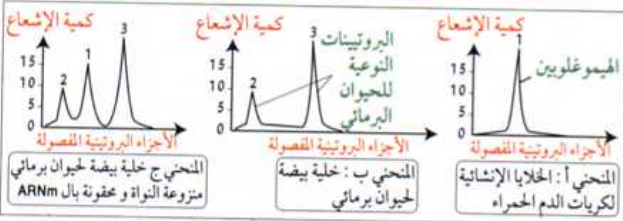
- أ- حلل منحنى - الوثيقة 7 - ، ماذا تستنتج ؟
- ب- علل استهداف VIH للخلايا LT_4 .



- الوثيقة 7 -

- الوثيقة 8 -

المثال الثامن



- 1- رغم تواجد المورثة بالنواة فإنها تشرف على تركيب البروتين بالستوبلازم .
- 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 برماتي (ضفدع اخضر) في وسط يحوي أحماض أمينية ذات كربون مشع : المجموعة الأولى محقونة بـ ARNm رسول معزول من هيولي خلية أصلية لكريات الدم الحمراء قادرة على صنع الهيموغلوبين. و المجموعة الثانية شاهدة غير محقونة بالـ ARNm الرسول . يمكن التعرف على البروتينات التي توجد داخل البيوض بعد ساعات من حقن ARNm الرسول بتتبع مصير الأحماض الأمينية المشعة . نتائج التجربة ممثلة في منحنيات - الوثيقة 8 -
- أ- حلل نتائج النشاط الإشعاعي لكل وسط . ب- هل النتائج المحصل عليها. تؤكد الفرضية المقترحة سابقا ؟ علل إجابتك .

الجواب (8)

- 1-1- الإشكالية العلمية : المقصود من هذا السؤال هو تحديد الهدف من الدراسة التجريبية المولية. وتكون الإجابة كما يلي : المعلومات الوراثية توجد بالثوة على مستوى الـ ADN ، فكيف تتمكن هذه الجزئية من الإشراف على بروتين يتم تركيبه في السيتوبلازم ؟
- ب- الفرضية : كما سبق وأن أشرنا أن الفرضية ذاتها تفسيرية، والتفسير المقترح هو : المورثة تشرف على تركيب البروتين من خلال عنصر وسيط (ARNm).
- 2-1- 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 تركيب 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 .

- الوثيقة 9 -

المثال التاسع

تمثل - الوثيقة 9 - جدول الشفرة الوراثية (المعجم الوراثي) . ما هي المعلومات التي يمكن استخراجها من هذا الجدول ؟ الحرف الثاني

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

الجواب (9)

- المعلومات التي يمكن استخراجها :
- للإجابة على مثل هذا السؤال لا يحتاج الطالب إلى معلومات مكتسبة، بل يكفي فقط بالمعلومات التي تقدمها الوثيقة.
- هذه المعلومات هي :
- * يحوي المعجم الوراثي 64 شفرة وراثية .
- * يُقابل كل حمض أميني بثلاثية من النيكلوتيدات هي الشفرة .
- * هناك شفرات وراثية لا ترمز لأي حمض أميني تدعى بشفرات التوقف وهي : UAA ، UAG ، UGA .
- * يمكن أن توافق عدة شفرات حمضا أمينيا واحدا .
- * تعرف الشفرة AUG بشفرة البداية، وهي توافق حمضا أمينيا واحدا هو الميثيونين (Met) .

المثال العاشر

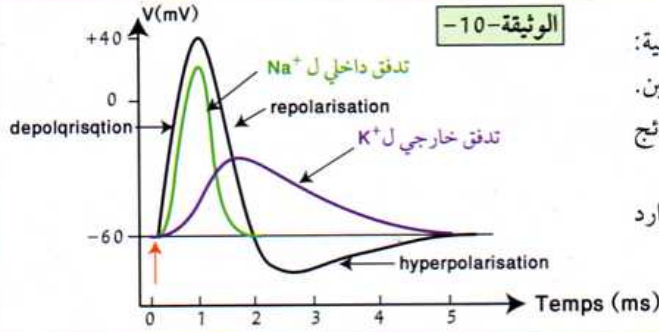
لإظهار الشروط التي تسمح بالحفاظ على ثبات التوزيع غير المتبادل لشوارد K^+ و Na^+ على جانبي غشاء الليف العصبي للكالمار نقوم بالتجارب المخصصة في الجدول التالي : ماذا تستنتج من التحليل المقارن للمراحل التجريبية الخمس ؟.

التجارب	1	2	3	4	5
الشروط التجريبية	الليف في وسط فزيولوجي ووجود الجلوكوز ووجود الأكسجين.	الليف في وسط فزيولوجي ووجود الجلوكوز ووجود الأكسجين.	الليف في وسط فزيولوجي ووجود الجلوكوز ووجود الأكسجين.	الليف في وسط فزيولوجي ووجود الجلوكوز ووجود الأكسجين ووجود مادة DNP التي تمنع تشكل ATP.	الليف في وسط فزيولوجي ووجود الجلوكوز ووجود الأكسجين وغياب 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 والبوتاسيوم للحفاظ على فرق التركيز المميز لكمون الراحة وذلك بنقل الشاردتين عكس تدرج التركيز (خروج Na^+ ودخول K^+) . - التجربة الشاهدة هي التجربة الأولى، لذلك ومن أجل الإجابة على السؤال يجب مقارنة كل تجربة بالتجربة الأولى، وبالتالي تكون الإجابة كما يلي :
- * من مقارنة التجربة الثانية بالأولى نستنتج أن الحفاظ على فرق التركيز يتطلب مصدرا طاقويا (الجلوكوز) . * 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 الجلوكوز.
- ملاحظة : لو كانت صيغة السؤال : ماذا تستنتج ؟ لكانت الإجابة كما يلي : شروط الحفاظ على ثبات التوزيع غير المتبادل لشوارد K^+ و Na^+ على جانبي الغشاء الليف العصبي هي : الجلوكوز ، درجة حرارة ملائمة ، ATP ، أكسجين .

المثال الحادي عشر



لدراسة التفسير الشاردي لكمون العمل نقوم بالتجربة التالية:
 يبنه ليف عصبي معزول في وجود الصوديوم والبوتاسيوم المشعين.
 ثم نقيس نفاذية كل منهما خلال كمون العمل، فنحصل على النتائج
 الممثلة في منحنيات - الوثيقة 10 - .
 قدم تحليلاً مقارناً بين منحني كمون العمل ومنحنيات تدفق شوارد
 الصوديوم والبوتاسيوم .

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 .

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 2 ز تتناقص نسبة الإشعاع في الوسط الخارجي بشكل كبير، ثم تعود للارتفاع مجدداً بإضافة كمية من ATP في 3 ز، لكنها تعود للانخفاض بعد استهلاك كمية الـ ATP المضافة. وبإزالة DNP في 4 ز تعود نسبة الإشعاع إلى الارتفاع في الوسط الخارجي مجدداً.

* المرحلة (ج) : في 5 ز وعند 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 جداً.

- 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 إمامة الـ ATP .
- * المرحلة (ج) : نقل الصوديوم عكس تدرج التركيز ظاهرة حيوية تتطلب درجة حرارة ملائمة.
- * المرحلة (د) : نقل الصوديوم مرتبط بوجود البوتاسيوم .

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 1 ز بكمية قليلة من الصوديوم المشع، ثم يوضع بعدها الليف في وسط غير مشع يتم استبداله في فترات زمنية منتظمة. وبعدها نقيس كمية الإشعاع في الوسط الخارجي.

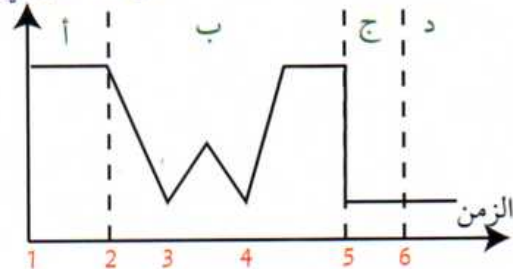
- المرحلة (ب) : نعيد المرحلة (أ) مع إضافة مادة السيانونور أو الدينيتروفينول DNP التي تمنع تركيب ATP إلى الوسط وذلك في 2 ز وعند 3 ز نحقن الليف بكميات من ATP. ثم نزيل DNP في 4 ز.

- المرحلة (ج) : في 5 ز نعيد المرحلة (أ) لكن في درجة حرارة 00 م.

- المرحلة (د) : في 6 ز نعيد المرحلة (أ) مع نزع K+ من الوسط الخارجي .

النتائج مبينة في الوثيقة -11- حلل النتائج، وما هي المعلومات التي يمكن استخراجها ؟

نسبة الإشعاع في الوسط الخارجي



الوثيقة-11



العلوم الطبيعية



تعبئة العلوم
التجريبية

1

المجال المعرفي الأول

التخصص الوظيفي للبروتينات

الوحدة الأولى تركيب البروتينات

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

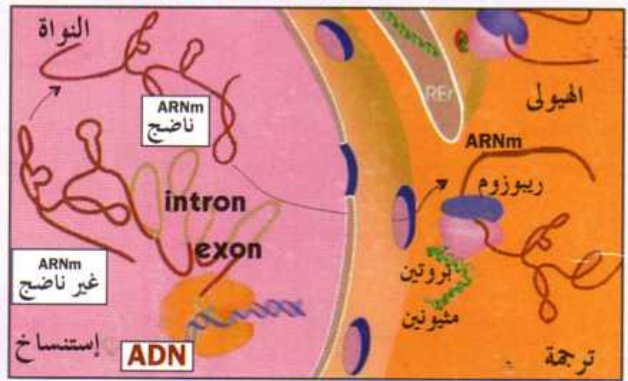
تمهيد يحتاج الجسم يوميا إلى أغذية من بينها البروتينات تفنكك إلى أحماض أمينية أثناء عملية الهضم.

ما مصير الأحماض الأمينية الممتصة؟

يلخص مخطط الوثيقة التالية مراحل تركيب البروتينات من الأحماض الأمينية في الخلية والتي يمكن تلخيصها عبر مرحلتين: **الاستنساخ والرجعة**

ما هو الفرق بينهما؟

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



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

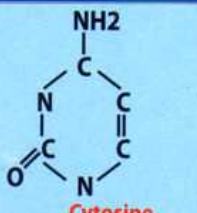
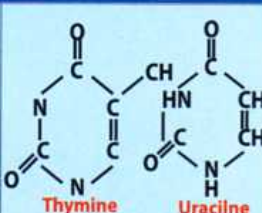
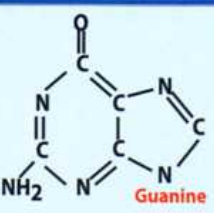

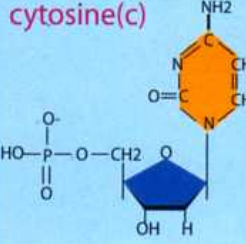
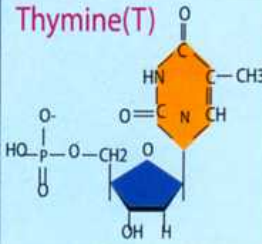


يبين الجدول الموالي كيفية إظهار عملية الاستنساخ والتجارب التي تسمح بإثبات العناصر المتدخلة فيها.

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		تركيب بروتين الهيموغلوبين من طرف الخلايا البيضاء 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).

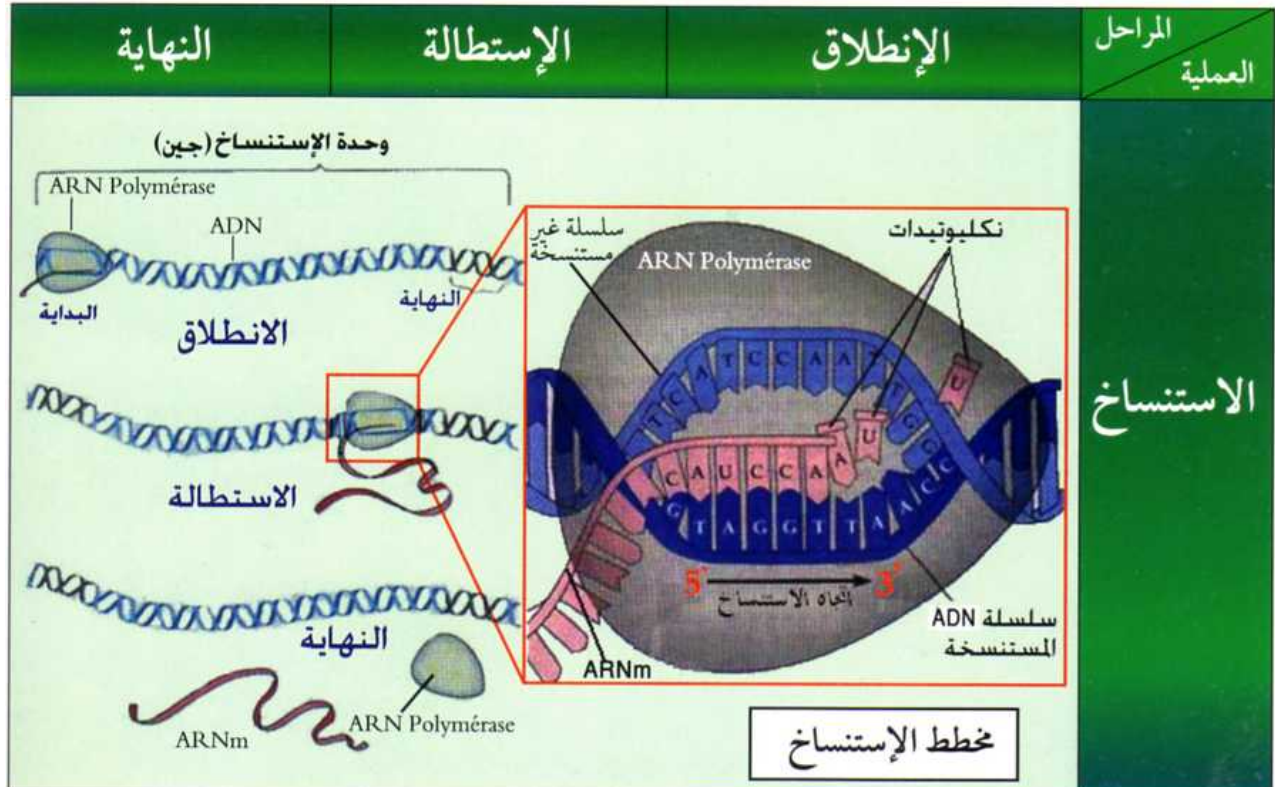
ما الفرق بين حقيقيات النواة وبدائيات النواة؟

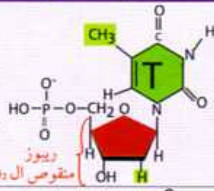
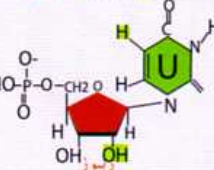
الترجمة	الإستساخ	المواصفات	حقيقيات النواة
تتم في الهيولى وتحدث كمرحلة لاحقة بعد الإستساخ.	● يتم استساخ ARNm أولي ليتحول إلى ناضج بعد تخلصه من الأنترونات. ● يتم استساخ مورثة من ADN.	لها نواة حقيقية محاطة بغشاء نووي وهي تضم كل أنواع الكائنات الحيوانية والنباتية والمجهرية ما عدا البكتيريا.	
تحدث عملية الإستساخ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

ما الفرق بين النكليوتيدات البيورينية والنكليوتيدات البيريميدينية؟

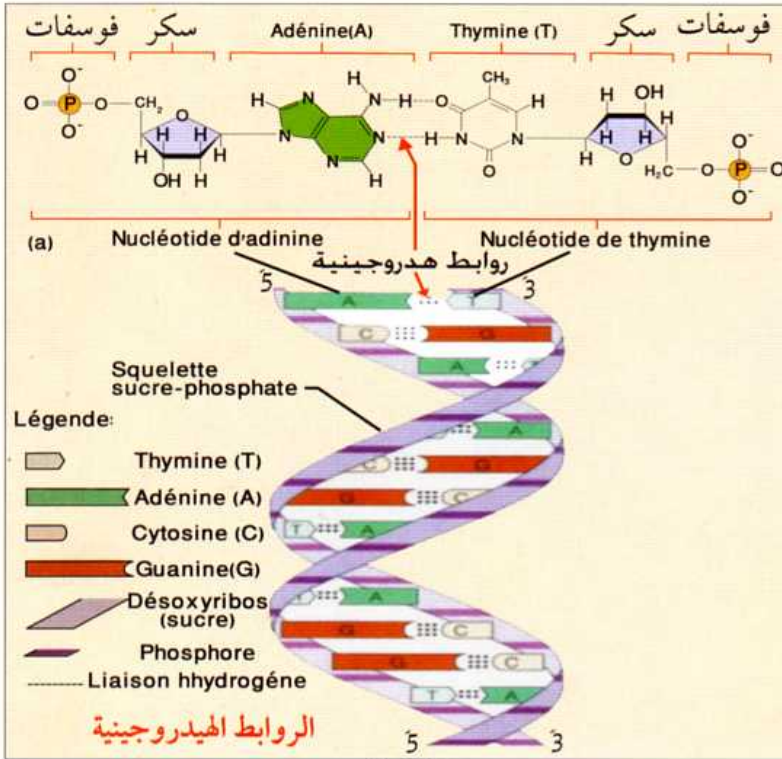
نكليوتيدات بيريميدينية		نكليوتيدات بيورينية		القاعدة الآزوتية
				
cytosine(c)	Thymine(T)	Guanine(G)	Adenine(A)	النكليوتيد
				

ما هي مراحل الإستساخ والترجمة؟



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

كيف ترتبط سلسلتي ال ADN ؟



لقد أثبتت التحاليل الكيميائية لل ADN بأن عدد القواعد A المفصلة 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 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 أميني معين يمكن التعرف عليه عن طريق جدول الشفرة الوراثية.

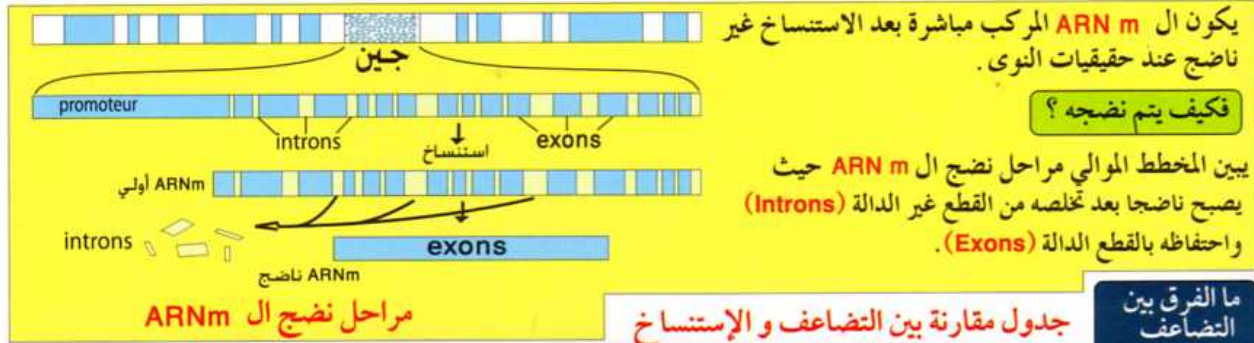
كيف نقرأ جدول الشفرة الوراثية ؟

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

جدول الشفرة الوراثية لل ARNm

أولا : نبدأ قراءة سلسلة ال ARNm من اليسار إلى اليمين ؛ وبنفس الطريقة نقرأ الرامزات. فمثلا الرامزة الأولى ACC تقرأ هكذا : A ثم C ثم G.
ثانيا: نقرأ 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 Threonine والذي يرمز له ب Thr. (راجع ص 8 للتعرف على الأسماء.)

يتم استنساخ ARN بواسطة ADN بواسطة إنزيم: ARN Polymerase	عند تثبيت إنزيم ARN Polymerase لا يتم تركيب ARNm أي أن الإنزيم يعمل على استنساخ ARN من الـ ADN.		يبين المنحنى نتائج حقن مادة ألفا أمائتين المثبطة للـ ARN Polymerase على نسبة تركيب الـ ARNm في الخلية.	إظهار دور الـ ARN Polymerase
---	---	--	--	------------------------------



الهدف	الجزء الناتج	الإنزيم المتدخل	الكيفية	جزء الانطلاق	ما الفرق بين التضاعف والإستنساخ؟
تدفق المعلومات الوراثية بهدف انقسام الخلايا	ADN 2 نصف محافظ	ADN polymérase	استنساخ سلسلي الـ ADN معا	ADN	التضاعف (Replication)
تدفق المعلومات الوراثية بهدف تركيب البروتينات	ARNr ARNt ARNm	ARN polymérase	استنساخ سلسلة واحدة من الـ ADN تسمى السلسلة المستسخة	ADN	الاستنساخ (Transcription)

يراجع مفهوم النصف المحافظ من كتاب سنة الثانية علوم تجريبية

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

إثبات الظاهرة	النشاطات	التفسير	الإستنتاج
1 إظهار مقر تركيب البروتينات وإفرازها	<p>المرحلة 1: 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 المحيطة.</p> <p>المرحلة 2: ظهور الإشعاع بعد فترة على مستوى جهاز جولجي.</p> <p>المرحلة 3: انتقال الإشعاع بعد فترة إلى الحويصلات الإفرازية.</p>	<p>ظهور الإشعاع دليل على دمج اللوسين في السلسلة البيبتيدية المركبة. ومن خلال الأشكال الثلاثة يتبين أن إفراز المادة البروتينية الإفرازية (الأنسولين) تمر بمرحلتين وذلك وفق انتقال الإشعاعات من الشبكة الهيولية المحيطة إلى الحويصلات الإفرازية.</p> <p>مرورا بجهاز جولجي.</p>	<p>* يتم تركيب البروتينات في الهيولى على مستوى الشبكة الهيولية المحيطة.</p> <p>* جهاز كولجي مقر نضج وتخصص البروتين.</p> <p>* دور الحويصلات هو نقل البروتين لإفرازه خارج الخلية</p>
2 إظهار عملية الترجمة تحت المجهر الإلكتروني	<p>سلاسل متعددة البيبتيد</p> <p>ريبوزوم</p> <p>ARN m</p>	<p>تظهر الريبوزومات الحرة تحت المجهر الإلكتروني أثناء تركيب متعدد البيبتيد بشكل سبحة مرتبطة بـ ARNm تسمى متعدد الريبوزوم Polysomes، حيث تتم فيها القراءة بشكل تسلسلي الواحدة بعد الأخرى.</p>	<p>الريبوزومات هي مقر تركيب البروتينات سواء مرتبطة بالشبكة الهيولية المحيطة (وتكون أنشط) أو تكون حرة في الهيولى تسمى متعدد الريبوزوم (Polysomes)</p>

3 دور الريبوزومات



يظهر الرسم التخطيطي أن الريبوزوم يتكون من تحت وحدتين منفصلتين: صغيرة 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 الصغيرة لتتم قراءته
 ■ تركيب السلسلة البيبتيدية على مستوى تحت الوحدة الكبرى

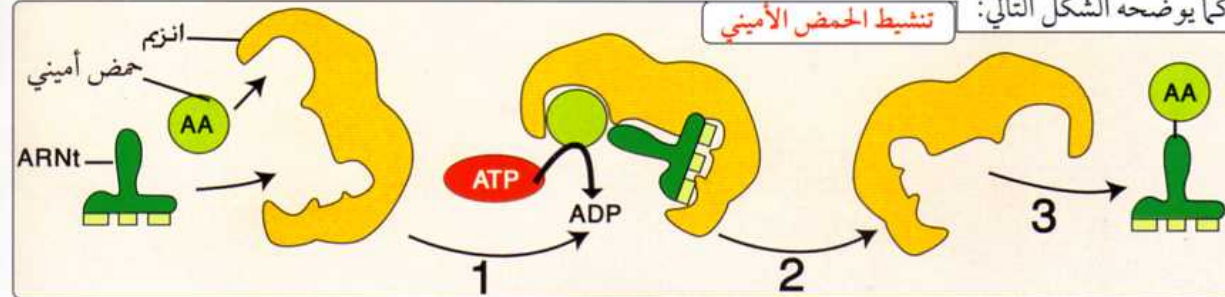
ما الفرق بين ال ARNm و ARNt و ARNr ؟

نوع ال ARN	الشكل	المكونات	الوزن الجزيئي	معامل الترسيب	المقر	الدور
ARNm الحمض النووي الريبسي الرسول		سلسلة من النكليوتيدات بشكل خطي عددها مختلف	مختلف حسب عدد النكليوتيدات	مختلف لإختلاف الأوزان الجزيئية	30S	نقل الشفرة الوراثية
ARNt الحمض النووي الريبسي الناقل		سلسلة من النكليوتيدات عددها 75 نكليوتيدة	2.5 x 10 ⁴ الكمية 15% من مجموع ARN الخلية	4S	23S	نقل الأحماض الأمينية بعد تنشيطها
ARNr الحمض النووي الريبسي		ت. و. كبرى: سلسلتان من النكليوتيد + 31 نوع من البروتينات ت. و. صغيرة: سلسلة من النكليوتيد + 21 نوع من البروتينات	1.2 x 10 ⁶ 3.6 x 10 ⁴ 0.55 x 10 ⁶	23S 5S 16S	50S	تركيب السلاسل البيبتيدية

جدول مقارنة بين أنواع ال ARN

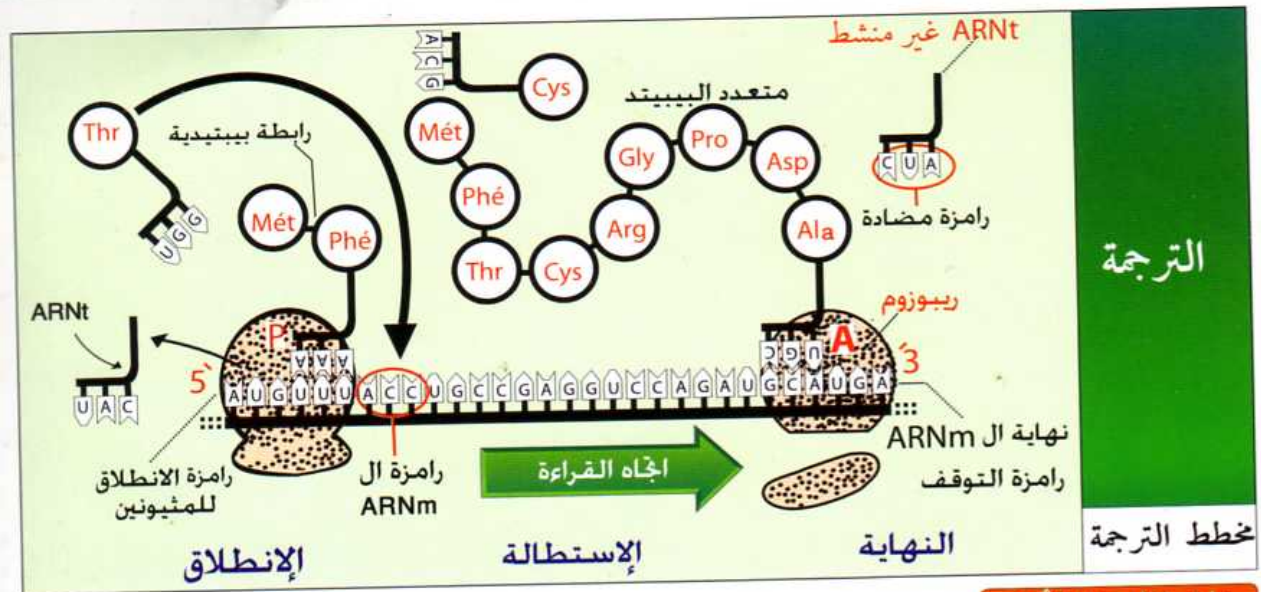
كيف يتم تنشيط الأحماض الأمينية؟

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



ما الفرق بين النكليوتيد والنكليوزيد؟

<p>قاعدة أزوتية ← G ribose Phosphate ← P</p> <p>نيكليوتيدة ال ADN</p>	سكر خماسي + حمض فوسفور + قاعدة أزوتية وهي الوحدة البنائية للحمض النووي ARN و ADN.	النكليوتيد Nucleotide
<p>قاعدة أزوتية ← G ribose</p>	سكر خماسي + قاعدة أزوتية وتمثل وحدة الارتباط بين سلسلتي ال ADN	النكليوزيد Nucleoside



الترجمة

مخطط الترجمة

خلاصة الوحدة الأولى:

بنائية تدخل في بناء العناصر الخلوية مثل بروتينات الأغشية الخلوية، والميستونات (بروتين ADN)، بروتينات الريبوزوم.

وظيفية ذات دور بيولوجي

- وسائط كيميائية (إنزيمات) مثل ARN Polymerase
- النقل: الهيموغلوبين لنقل الأكسجين
- نقل رسالة كيميائية: هرمون الأنسولين

تبين تجربة الخلايا الإفرازية (ص 2) أن مصير الأحماض الأمينية الناتجة من عملية الهضم هو تركيب بروتينات نوعية كترجمة للمعلومات الوراثية حيث تخصص في البناء والوظيفة لتجسيد الصفات الوراثية:

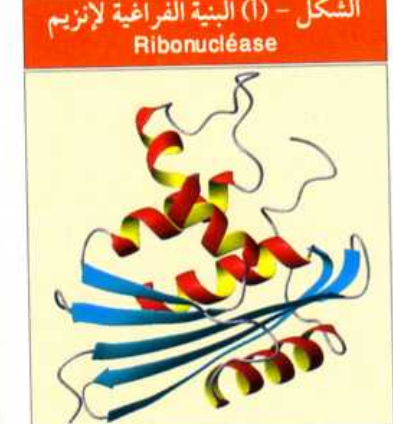
الوحدة الثانية العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين

تمهيد كل البروتينات المركبة في البداية متشابهة في بنيتها إنما عبارة عن سلاسل خطية. بعد ذلك تكتسب بنى فراغية مختلفة ثانوية وثالثية ورابعة لتقوم بوظائف محددة.



إنزيم ARNase (Ribonucléase) يفكك ARNm بعد أداء دوره في تركيب متعدد الببتيدي، 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 ثلثية تتكون من أربع سلاسل حلزونية (بنية ثانوية من نوع α) وخمس سلاسل من نوع الأوراق المطوية (بنية ثانوية من نوع β) تربط بينها أربع جسور كبريتية. إلى جانب مناطق الانعطاف. أما الشكل (ب) يمثل رسماً تخطيطياً للنتائج التجريبية.

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



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 الانطواءات الطبيعية ويحتفظ بالروابط ثنائية الكبريت لكن بطريقة مخالفة. إنزيم غير فعال.



المجال المعرفي الأول

التخصص الوظيفي للبروتينات

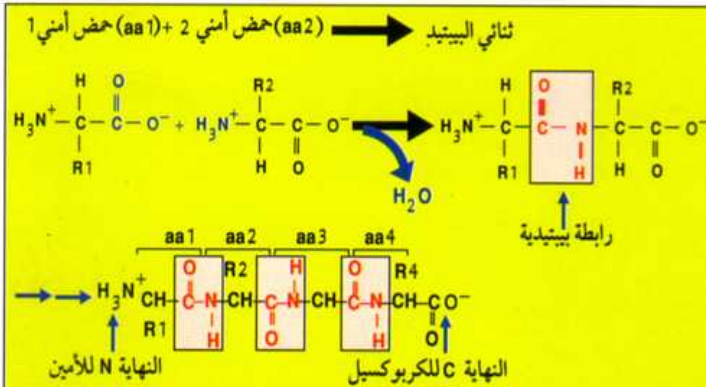
ما معنى السلوك الحمقلي للأحماض الأمينية؟

ترتبط بالحمض الأميني 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 الأميني. (الخاصية الحمقلية).

كيف يمكن تحديد pHi للحمض الأميني؟

ال pHi هو درجة حموضة الوسط التي يكون عندها الحمض الأميني في نقطة التعادل الكهربائي عند وضعه في جهاز الهجرة الكهربائية. بمعنى أن الحمض الأميني 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 الأمينية: حمضية وقاعدية ومعتدلة، فإن ال pHi تبعا لذلك يكون حسب نوع الحمض الأميني كما يوضحه الجدول الموالي:

أحماض أمينية قاعدية	أحماض أمينية متعادلة	أحماض أمينية حمضية
عند وضعها في وسط حمضي أو معتدل فإنها تسلك سلوكا قاعديا، وتسلك سلوكا حمضيا إذا وجدت في وسط قاعدي ذي pHm مرتفع. أي أن $\text{pHi} > 7$.	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: $\text{pHi} = \text{pHm} = 7$	عند وضعها في وسط قاعدي أو معتدل فإنها تسلك سلوكا حمضيا، وتسلك سلوكا قاعديا إذا وجدت في وسط حمضي ذي pHm منخفض، أي أن $\text{pHi} < 7$. pHm: يعني PH الوسط



كيف ترتبط الأحماض الأمينية لتشكيل السلاسل البيبتيدية؟

ترتبط الأحماض الأمينية عن طريق المجاميع الوظيفية؛ حيث ترتبط مجموعة وظيفية حمضية على يمين الحمض الأميني مع مجموعة وظيفية قاعدية على يسار حمض أميني آخر برابطة بيبتيدية. ينتج عنها جزيئة ماء كما يوضحه الشكل المرفق.

ما هي العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين؟

خلاصة الوحدة الثانية

سلسلة بيبتيدية ذات بنية أولية

ترجمة

استنساخ

مورثة

تشكل بنية فراغية خاصة نتيجة الروابط الثانوية

الهدف: القيام بدور معين: بناء- وظيفة

الأنواع	الصيغة الكيميائية
الحامضية	<p>حمضية</p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$ aspartate Asp </p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$ glutamate Glu </p>
القاعدية	<p>قاعدية</p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ Lysine Lys </p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ Arginine Arg </p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} - \text{NH} \\ \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{CH} \\ \quad \backslash \\ \text{C} \quad \text{N} \\ \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ histidine His </p>
العطرية	<p>كارهة للماء ما عدا تيروزين</p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ Phe </p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ tyrosine Tyr </p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} = \text{CH} \\ \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{NH} \\ \quad \backslash \\ \text{C} \quad \text{N} \\ \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ tryptophane Trp </p>
الأميدية	<p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} = \text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}$ asparagine Asn </p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} = \text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}$ Gln glutamine </p>
الكحولية	<p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ sérine Ser </p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ thréonine Thr </p>
الكبريتية	<p>كارهة للماء</p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ méthionine Met </p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array}$ cyséine Cys </p>
أليفاتية	<p>كارهة للماء</p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ glycine Gly </p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ alanine Ala </p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\ \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ proline Pro </p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} \\ \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ leucine Leu </p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH} \\ \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ valine Val </p> <p> $\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ isoleucine Ile </p>

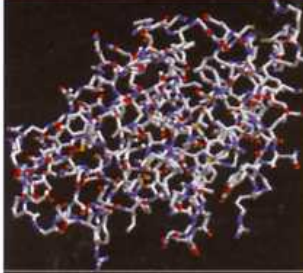
أحماض أمينية متعادلة

الحالة الكهربائية

الشكل

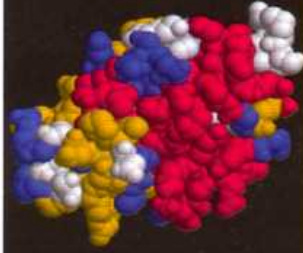
النموذج والهدف منه

العود



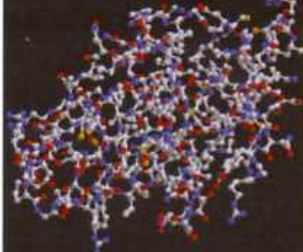
يستعمل للتعرف على السلاسل الكربونية متصلة بالذرات بلونها الخاص.

الكرة المكسدة



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 الثالثة.

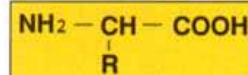
الشريطي السميك



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 NH₂ ترتبطان بسلسلة كربونية. عددها في الطبيعة 20 حمضا أمينياً.

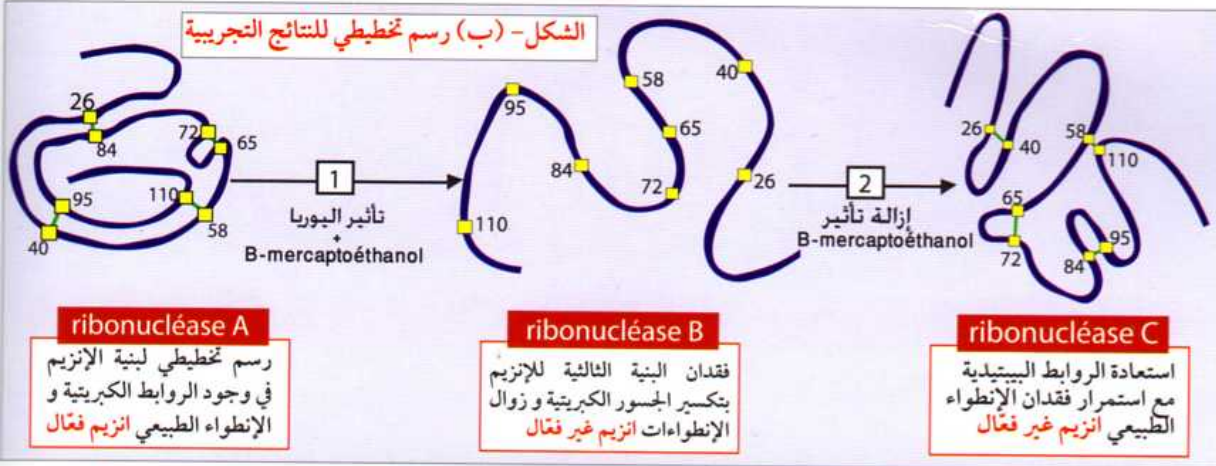


2010 - 119

كليك للنشر



ClickEdition



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



ما هي مستويات البنية الفراغية للبروتين؟

تشكل البنية الفراغية انطلاقاً من البنية الأولية ثم البنية الثانوية ثم البنية الثالثة وأخيراً البنية الرابعة كما يوضحه الشكل (أ):

البنية الأولية: تنشأ فقط من سلسلة خطية للأحماض الأمينية.

البنية الثانوية: وهي بنية ذات ثلاثة أبعاد تكون إما منتظمة بشكل التفاف حلزوني وتسمى في هذه الحالة ببنية α ، أو في شكل ورقة مطوية تسمى ببنية β . ينشأ الالتفاف 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 الثالثة: 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 الأمينية، 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 الثالثة.

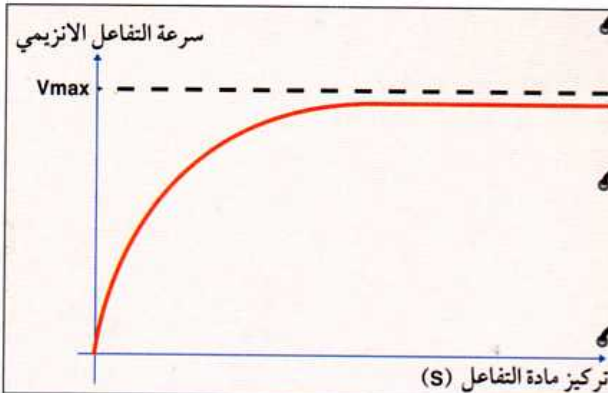
البنية الرابعة: وهي تضم مجموع تكتلات لبنيات ثالثة تسمى كل واحدة تحت **وحدة** مثل الهيموغلوبين الذي يتكون من أربع سلاسل بيبتيدية تشكل كل سلسلة تحت وحدة ذات بنية ثالثة مستقلة.

كيف يمكن تمثيل البنية الفراغية للبروتينات؟

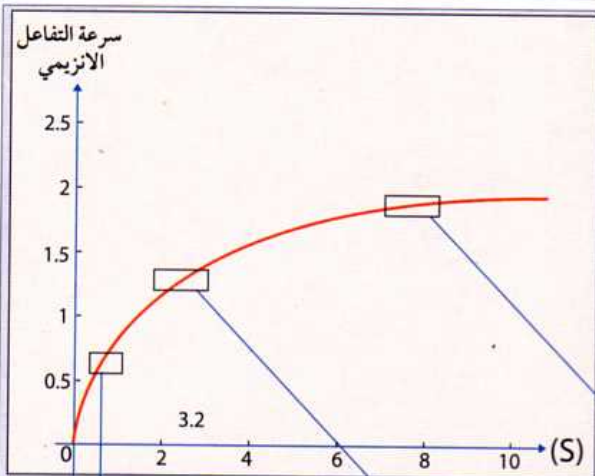


يمكن تمثيل البنية الفراغية للبروتينات بعدة نماذج وذلك حسب الهدف من دراستها. لنأخذ مثلاً عن ذلك الليزوسيم Lysosyme وهو إنزيم ذو بنية ثالثة يلعب دور محلل للأجسام الغريبة والبكتيريا تفرزه خلايا الجسم.

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

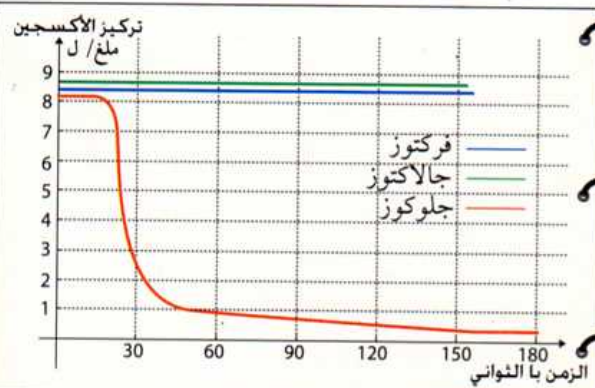
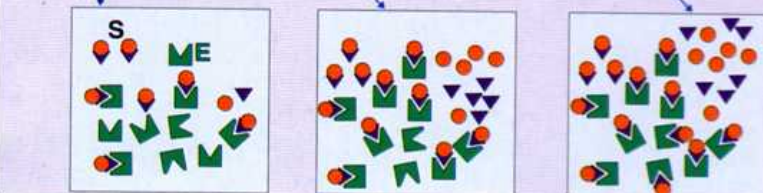


2 يبين المنحنى التالي أن سرعة التفاعل الإنزيمي تزداد بزيادة مادة التفاعل إلى أن تبلغ أقصاها (V_{max}) حيث تبقى ثابتة مهما زادت كمية مادة التفاعل. ونفسر ذلك بأن المواقع الفعالة لكمية الإنزيمات المتواجدة لم تكن كلها محجوزة من طرف مادة التفاعل التي تكون في البداية قليلة التراكيز. لكن عند التراكيز العالية 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.

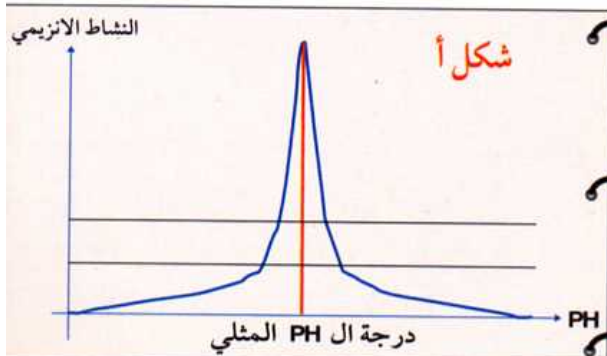


الانزيم
مادة التفاعل
ناتج التفاعل

ومنه نستنتج بأن النشاط الإنزيمي يزداد بزيادة مادة التفاعل



3 عند استبدال مادة التفاعل (الجلوكوز) بالفركتوز والجالاكتوز في وجود الأكسجين وإنزيم **Glucose Oxidase** 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.

ونفسر ذلك كما يلي :

- بالنسبة لتأثير ال PH :

إن القيم الدنيا والقصى 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 الجزيئات** وخاصة في المواقع الفعالة .



شكل ب

ماهي الإنزيمات ؟ وما أهميتها ؟

خلاصة الوحدة الثالثة

مورثة

استنساخ

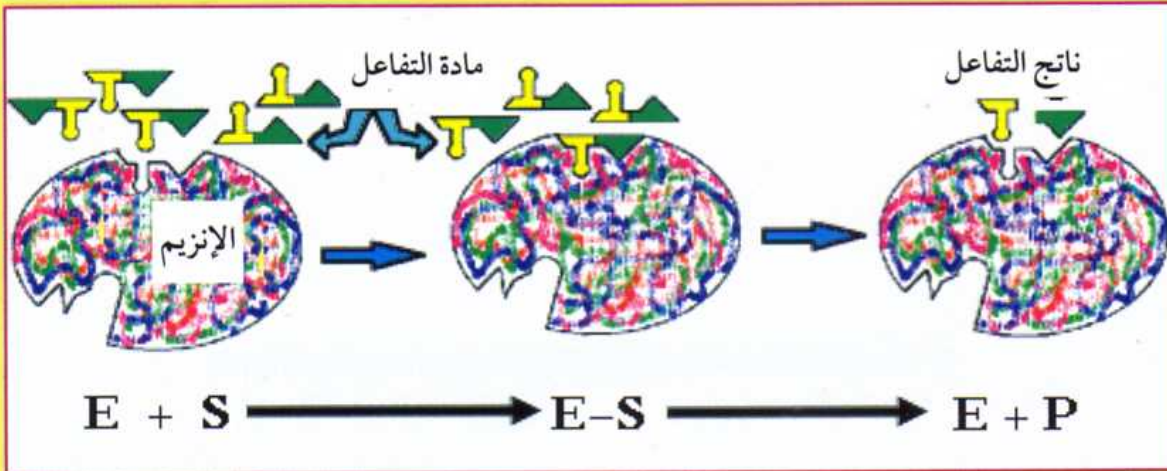
ترجمة

سلسلة ببتيدية ذات بنية أولية

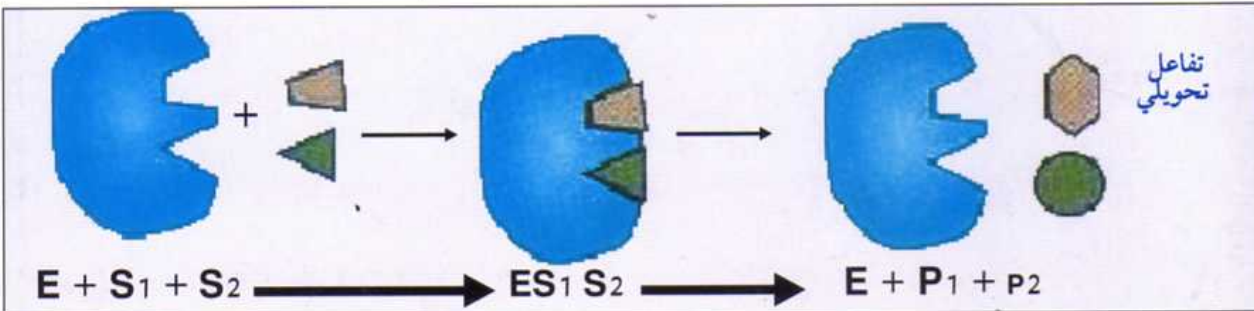
إنزيم ذو بنية محددة وموقع فعال خاص يتوافق بنيويا مع مادة تفاعل معينة

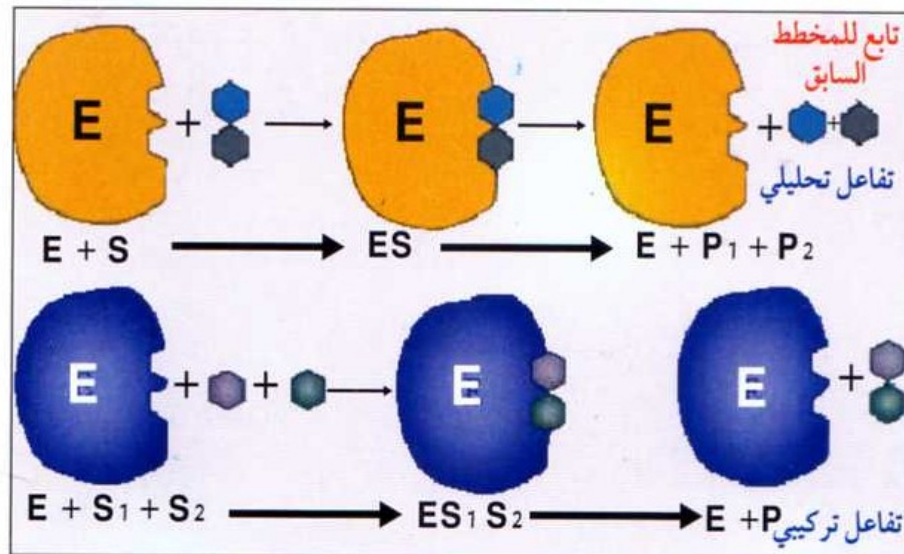
تشكل بنية فراغية خاصة نتيجة الروابط الثانوية

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

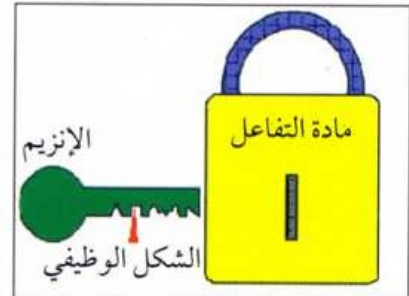


تكون نتيجة هذا التفاعل إما تحويل أو تفكيك أو تركيب كما بينه المخطط الموالي :





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؟

يلخص الجدول الموالي خطوط الدفاع التي يبديها الجسم تجاه الأجسام الغريبة.

1 ما هي الخطوط الدفاعية للجسم؟

الخط الدفاعي الأول	الخط الدفاعي الثاني	الخط الدفاعي الثاني
<p>1- الحواجز الطبيعية</p> <ul style="list-style-type: none"> الجلد الإفرازات المخاطية الدموع العرق حمض ال Hcl الإفرازات التناسلية. <p>2- آليات ميكانيكية</p> <ul style="list-style-type: none"> العطاس و السعال: لطرد الأجسام الغريبة التي تدخل عبر الفم والأنف القيء و الإسهال: في حالات التسمم مثلاً. 	<p>الاستجابة الالتهابية</p> <p>تحدث عند اختراق الجسم الغريب للحواجز الطبيعية عن طريق جرح مثلاً.</p> <p>تتدخل في هذه الإستجابة خلايا دفاعية دون تنشيط مسبق. وتمثل فيما يلي:</p> <ul style="list-style-type: none"> الخلايا البلعمية : وهي الكريات الدموية البيضاء المتعادلة الكريات الدموية البيضاء القاعدية: تفرز الهيستامينات. الصفائح الدموية : تفرز خيوط الفيبرين التي تتدخل في الجلطة الدموية. 	<p>يحدث عند فشل الخط الدفاعي الثاني وتمكن الجسم الغريب من الدخول إلى الجسم عن طريق اللmf و الدم. وهنا يبدي الجسم مقاومة متخصصة حيث تكون حسب نوعية الجسم الغريب على شكلين :</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 و التي تقضي مباشرة على المستضد والذي يكون عادة داخل الخلايا المصابة حيث تعمل على إحداث ثقب في الغشاء مؤدية إلى تحللها.

مناعة نوعية (مكتسبة)

مناعة لا نوعية (فطرية)

3AS

Clic

121



كليك

رابح مسعودي

BAC



العلوم الطبيعية

ثعبة العلوم
التجريبية

3



المجال المعرفي الأول

التخصص الوظيفي للبروتينات

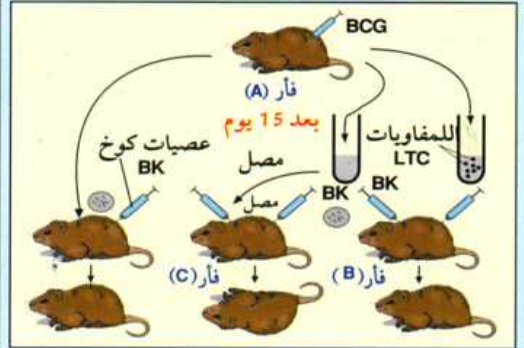
ما هي آليات الخط الدفاعي الثالث (المناعة النوعية)؟

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

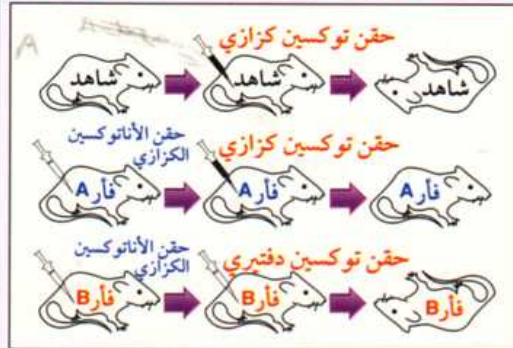
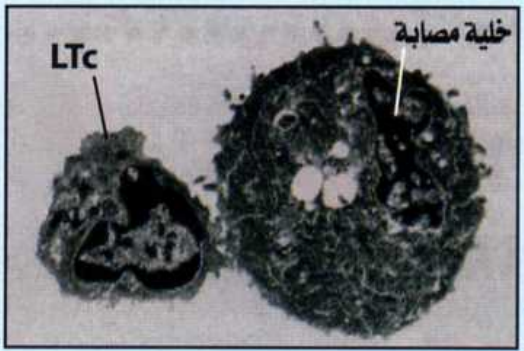
أ- العناصر الدفاعية

الحالة الثانية للاستجابة المناعية (المناعة الخلية)

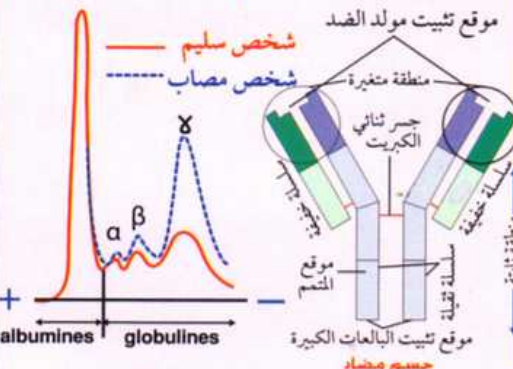
الحالة الأولى للاستجابة المناعية (المناعة الخلطية)



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 للمفاوية 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 خلية).



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**. 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).

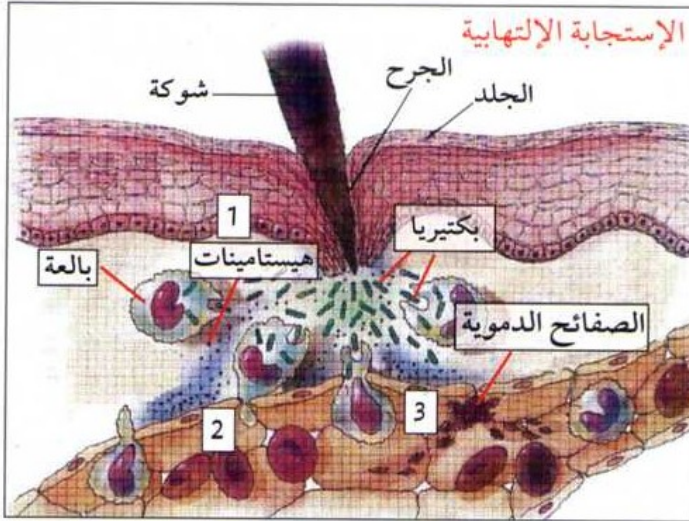


أ- التجارب
الموضحة للظاهرة

ب- طبيعة
العناصر الدفاعية

الفرق بين المصل والبلازما البلازما (Plasma): دم بدون كريات دموية حمراء وبيضاء. المصل (Serum): بلازما بدون صفائح دموية تحتوي على البروتينات والجلوكوز و الدهون والعناصر المعدنية... يستعمل المصل بدلا من البلازما لمنع تجلط الدم والكشف على البروتينات المناعية باستعمال مختلف التقنيات (الهجرة الكهربائية، اختبار Ouchterlony و ELISA ...)

2 كيف يحدث الخط الدفاعي الثاني؟



تبين الوثيقة المرفقة مراحل الاستجابة الالتهابية:

- 1 تحرير الهستامينات 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 بانسلاخ الكريات الدموية البيضاء والصفائح الدموية عبرها
- 3 تقوم الكريات الدموية البيضاء بلعمة البكتيريا بينما تقوم الصفائح الدموية على غلق الجرح (تجلط الدم).

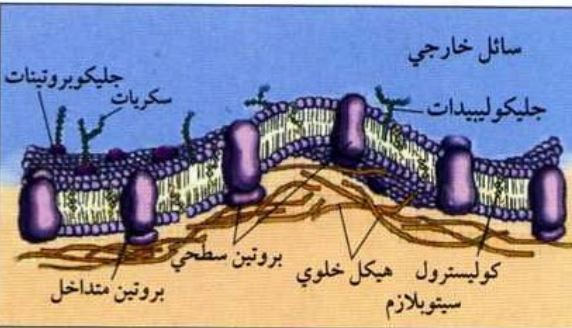
تعريف الاستجابة الالتهابية

هي عبارة عن رد فعل ضد خطر هجوم خارجي لعوامل ممرضة (مثل البكتيريا 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؟

الانتفاخ: يحدث نتيجة تكديس كمية كبيرة من الدم في مكان الإصابة والذي يشكل ميدانا واسعا يسمح بتواجد عدد أكبر من البالعات الصغيرة والتي تتسلل بكثرة من الشعيرات الدموية. الإحمرار: وينتج عن تضخم الشعيرات الدموية في مكان الإصابة حيث تكون كمية الدم كبيرة. الألم: ويحدث نتيجة السموم المفروزة من الأجسام الغريبة والتي تعمل على تهيج النهايات العصبية الحسية الموجود في الجلد الحرارة: ينتج عن تدفق الدم بكميات كبيرة والذي يعمل على رفع درجة الحرارة موضعيا في مكان الإصابة. تنتهي الاستجابة الالتهابية 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 واللذات

1 - **بنية الغشاء الهولي**
يبين الشكل التالي بنية الغشاء الهولي وفق نموذج الفسيفسائي المانع كما يلي:
● طبقتان فسفوليبيديتان
● 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 اللذات؛ 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.

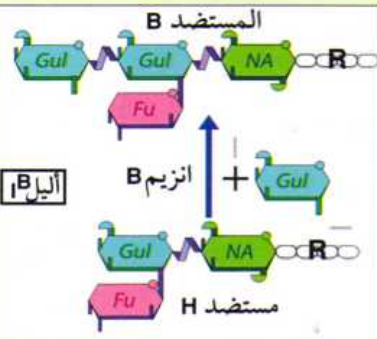
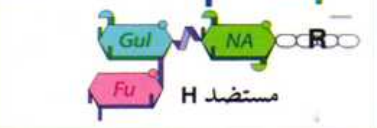
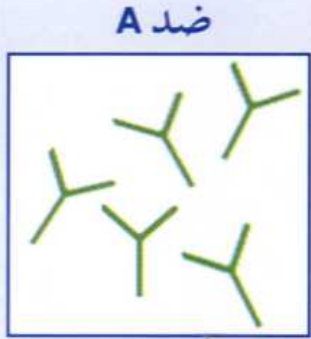
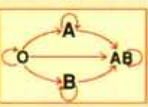
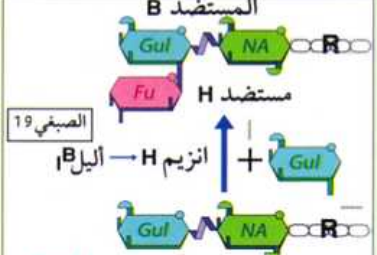
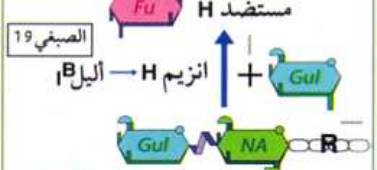
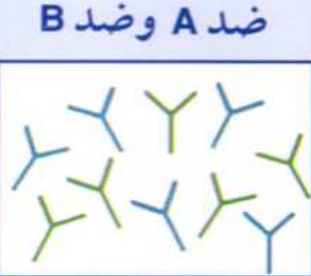
المواصفات	نوع ال HLA
المقر	HLA II
	HLA I
	يتواجد فقط في بعض الخلايا المناعية مثل الخلايا LB والبالعات الكبيرة.
	يتواجد في كل خلايا الجسم ذات النواة بمعنى لا تتواجد في الكريات الدموية الحمراء العديمة النواة.

<p>مجموعة من الجينات</p> <p>الصبغي 6</p> <p>القطعة المركزية</p> <p>عدد الأليات</p> <p>عدد الأليات</p>	<p>معقد ال CMH</p> <p>مجموعة من المورثات في شكل أليات تشفر لتركيبة HLA، تتواجد في الجزء القصير للصبغي السادس. إن هذا التنوع الكبير في الأليات يترجم إلى متعدد يبيئيد خاص بكل فرد.</p>	<p>المنشأ الوراثي</p>
<p>المورثات DP, DQ, DR</p>	<p>المورثات B, A, C</p>	<p>الجزء البروتيني</p>
<p>تقديم محدد مولد الضد (Epitope) من طرف الخلايا العارضة إلى الخلايا للمفاوية LT4.</p>	<p>تقديم محدد مولد الضد (Epitope) من طرف الخلايا المصابة إلى الخلايا للمفاوية LT8.</p>	<p>الدور: تختص بالمناعة النوعية</p>

ب - المستضدات الغشائية للكريات الدموية الحمراء

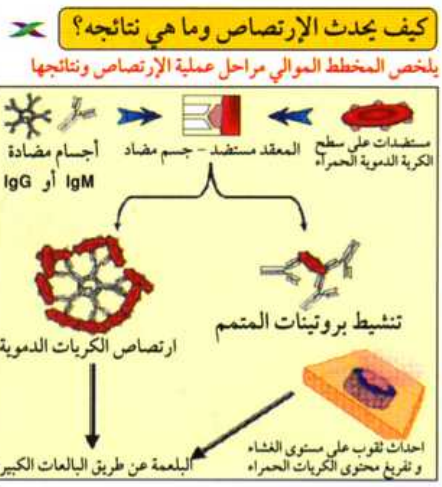
توجد على أسطح أغشية الكريات الدموية الحمراء حالات خاصة تختلف عن نظام HLA يطلق عليها نظام الـ ABO وهي عبارة عن مستضدات غشائية (مولدات الارتصاص) ذات طبيعة جليكوبروتينية (بروتينات + سكريات) ترتبط مباشرة مع الأجسام المضادة (الراصات) الموجودة في مصل الدم بشكل نوعي لتحث عملية الارتصاص. وحتى لا يحدث هذا عند 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:

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

<p>تتطلب عملية نقل الدم من شخص إلى آخر أن يكون الفرد من نفس الزمرة الدموية B.</p>	<p>المستضد B</p>  <p>المستضد H</p>  <p>انزيم B + Gul</p> <p>البيلا B</p>	<p>الأجسام المضادة الموجودة في مصل الدم غير قابلة للإرتباط مع المستضد الموجود على سطح الكرية الحمراء فهي ضد A.</p>	<p>ضد A</p> 	<p>B</p> <p>تعني هذه الزمرة أن المستضدات الموجودة على أسطح الكريات الحمراء هي من نوع B.</p>
<p>ما دام ليس هناك أجسام مضادة، فإن عملية نقل الدم لا تشترط زمرة معينة. إنها زمرة: الآخذ العام</p>	<p>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 إنزيم B معا.</p>	<p>لا توجد في مصل الدم أجسام مضادة لأن سطح الكرية الحمراء يحتوي على المستضدين معا.</p>	<p>لا يوجد</p>	<p>AB</p> <p>تعني هذه الزمرة أن المستضدات الموجودة على أسطح الكريات الحمراء هي من نوع A و B.</p>
<p>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:</p> 	<p>المستضد B</p>  <p>المستضد H</p>  <p>انزيم H + Gul</p> <p>البيلا H</p> <p>Fu: Fucose</p> <p>Gal: Galactose</p> <p>NG: N - Acetyl Galactosamine</p> <p>NA: N - Acetyl Glucosamine</p>	<p>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</p>	<p>ضد A وضد B</p>  <p>ملاحظة:</p> <p>الأجسام المضادة هي من نوع IgM.</p>	<p>O</p> <p>تعني هذه الزمرة أن المستضدات غير موجودة على أسطح الكريات الحمراء.</p>

كيف يحدث الإرتصاص وما هي نتائجه؟

يلخص المخطط الموالي مراحل عملية الإرتصاص ونتائجها



استضدات على سطح الكرية الدموية الحمراء

المعقد مستضد - جسم مضاد

أجسام مضادة IgG أو IgM

تنشيط بروتينات المتمم

إرتصاص الكريات الدموية

احداث ثقب على مستوى الغشاء وتفرغ محتوى الكريات الحمراء

البلعمة عن طريق البالعات الكبيرة

كليك للنشر

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

2010 - 120


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⁺ يميز منهما فئة B⁺ وفئة B⁻ وهكذا.

لذلك ينبغي أن يؤخذ عامل الريزوس بعين الاعتبار في حالة نقل ثاني للدم. كما يمكن أن يسبب عامل الريزوس مشكلا للجنين في رحم المرأة الحامل، ففي حالة زواج رجل موجب الريزوس مع امرأة 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

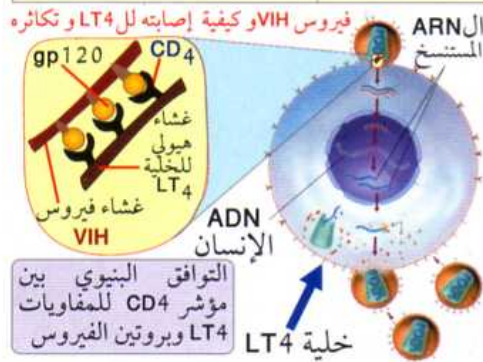
ما الفرق بين بروتينات المتمم والبرفورينات؟

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

البرفورينات	بروتينات المتمم	
في الخلايا اللمفاوية LTC تتكفل بالقضاء على المستضدات الموجودة داخل الخلايا المصابة.	في مصبل الدم (الوسط الداخلي) في شكل جزيئات بروتينية تتكفل بالقضاء على المستضدات الحلولية في أخلاط الجسم قبل وصولها إلى الخلايا المستهدفة. كما تساعد على بلعمة المعقدات المناعية.	● مكان التواجد
مناعة خلوية	مناعة خلطية	● نمط المناعة النوعية
تلتصق LTC بالخلية المصابة تفرز خلالها البرفورينات التي تحدث ثقوبا على سطح غشاء الخلية المصابة مما يسمح بدخول الماء بغزارة فتمتلى لتنفجر في الأخير (انحلال الخلية).	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).	● كيفية التأثير

ما الفرق بين LB وLT8 وLT4 والبالعات الكبيرة من حيث الدور؟

البالعات الكبيرة	اللمفاويات LT4	اللمفاويات LT8	اللمفاويات LB
- 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.	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.	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 بنفس الخلايا المصابة، إنها المناعة الخلوية.	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 (مصبل - لمف - دموع...) للمحافظة على الوسط الداخلي للجسم، إنها المناعة الخلطية.
- بعد الإصابة: التكفل ببقايا الخلايا الميتة والمعقدات المناعية لتفكيكها.	إن اللمفاويات LT4 لا تقضي على المستضدات ولكنها تلعب دورا أساسيا في التنسيق والتعبئة. يمكن تشبيهها في المجال العسكري بقيادة قوات الدفاع العامة.	LT8	LB



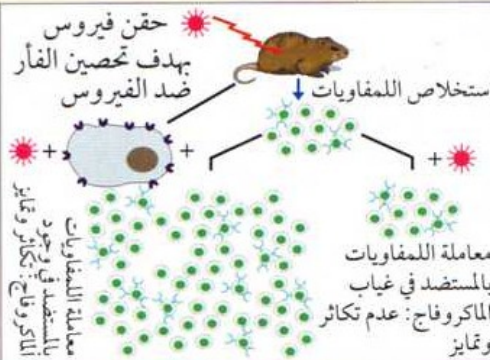
مرض فقدان المناعة المكتسبة

ويسمى مرض الإيدز أو السيدا سببه فيروس VIH. تعتبر مقاومة هذا المرض على الجبهتين: الخلطية والخلوية 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 بطبيعة الحال إلا في حالات التزاوج الغير الشرعي.

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
(1) البلعمة تنقي الجسم والجهاز المناعي من المستضدات وبقيائها	بلعمة قبلية بلعمة المستضدات التي تخترق الخط الدفاعي الثاني وتنتشر في الدم و اللmf. حيث تتفكك المستضدات عن طريق إنزيمات محللة.
(2) خلايا عارضة (CPA) تقوم بإعلام LT4 عن وجود أجسام غريبة (مستضدات) داخل الجسم.	بلعمة بعدية 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 وبقيائها.
	 <p>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 لتكاثر وتمايز. 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:</p>

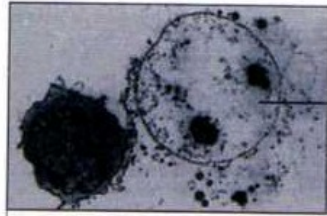
ما هي السيتوكينات وما أهميتها ؟

إن تعبئة الجسم على مختلف الجهات (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:

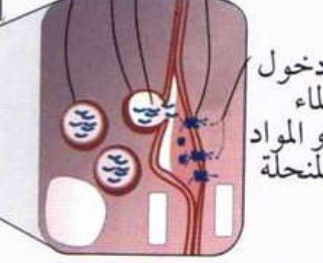
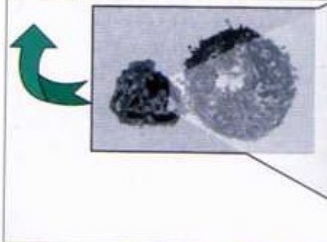
المواصفات	Interleukine-1	Interleukine-2	Interleukine-4	Interféron
الخلايا المفرزة	الخلايا العارضة/ الخلايا المصابة	الخلايا اللمفاوية المساعدة LTh	الخلايا اللمفاوية المساعدة LTh	الخلايا المصابة
الدور	تنشيط الخلايا اللمفاوية LB و LT المتحسسة بالمستضد.	تحفيز الخلايا اللمفاوية LB و LT8 المتحسسة بالمستضد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

ما الفرق بين الفيروس والبكتيريا؟

البكتيريا	الفيروس
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 فتكاثر 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 الأنترنت والمعلوماتية الذي يستعمل عادة في تعطيل برامج الحاسوب والتجسس عليها...	1- أصغر حجما بكثير من البكتيريا ولا يحتوي إلا على المادة الوراثية (ADN أو ARN مع إنزيم الاستنساخ العكسي) محاطة بمحفظة بروتينية ولذا لا يمكن 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 في ADN 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 ميتوكوندريا لإنتاج الطاقة ولا ريبوزومات لتركيب البروتينات ... لأن ذلك كله موجود عند الخلية المصابة (لاحظ الشكل الخاص بفيروس VIH ص 6).



تحلل الخلية المصابة
حويصل
تجمع للبرفورينات افرازي
لتشكيل ثقب برفورين حويصل



لإبطال مفعولها لكن دون القضاء عليها. وينتج عن ذلك إما ترسيب (المستضدات عبارة عن مواد منحلّة 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:

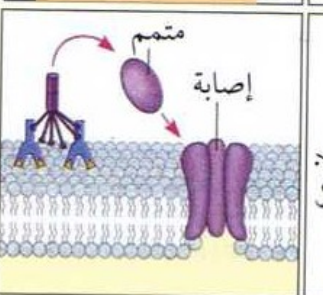
التضاء على المستضدات وإبطال مفعولها



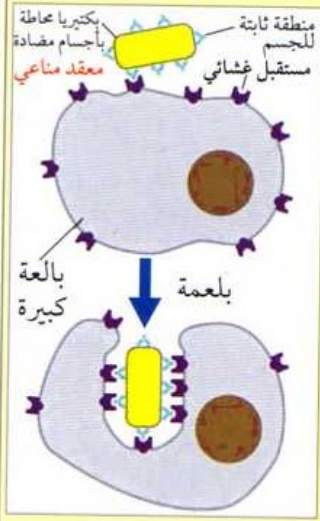
بلعمة بقايا الخلايا المصابة



مظهر علوي



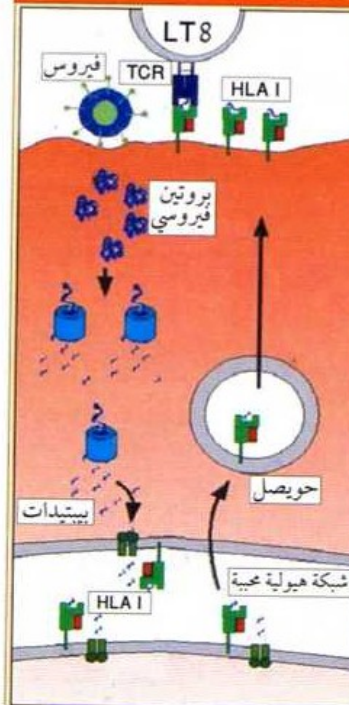
مظهر جانبي



تم القضاء النهائي على المستضدات عن طريق البالعات الكبيرة Macrophages حيث تقوم بهضم لمعقدات المناعة وبقايا الخلايا والخلايا السرطانية و الغبار والبكتيريا والفطريات... الخ.

ما الفرق بين الخلايا العارضة والخلايا المصابة؟

الخلايا المصابة (Cellules infectées)

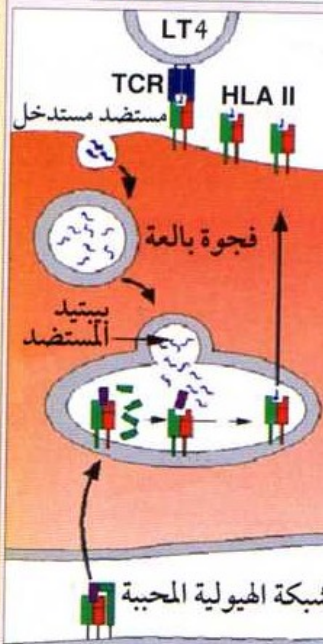


هي خلايا مصابة بفيروس أو نوع من البكتيريا تسمى الخلايا المستهدفة تقوم بعرض بيبتيد أو محدد مولد الضد (الداخلي المنشأ) عن طريق جزيئات HLA I للخلايا اللمفاوية LT8 حيث يتم انتقاء النوع الخاص بهذا المستضد بعد التعرف عليه وفق ما يبينه الشكل التالي: ←

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

الخلايا العارضة (CPA)

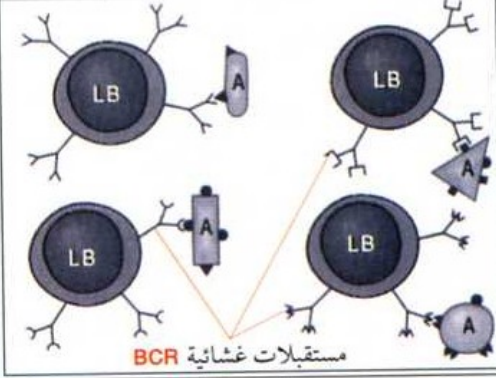
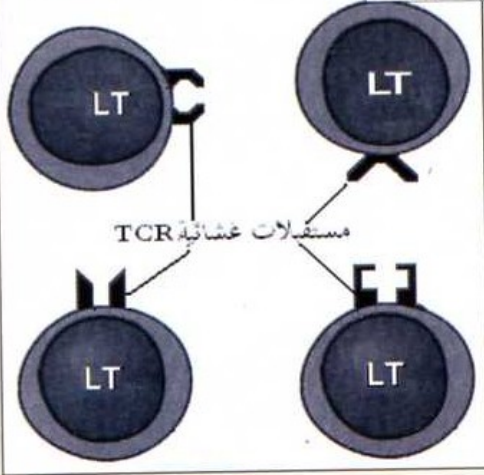
Cellules Présentatrice Antigène



هي خلايا تقوم بعرض بيبتيد أو محدد مولد الضد خارجي المنشأ عن طريق جزيئات HLA II للخلايا اللمفاوية LT4 بعد استدخله إما عن طريق:
- بلعمة المستضد بكامله (كما يحدث مع البالعات الكبيرة).
- استدخل 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 والتهايز.

تشكيلات متعددة للمفاويات



● ▲ ■ ▼ A
محدد المستضد مستضد

التعرف على المستضد والانتقاء النسيلي

يتم تقديم محدد مولد الضد من طرف الخلايا العارضة (البالعات الكبيرة أو الخلايا للمفاوية LB) الى الخلايا للمفاوية LT₄ حيث يكون التعرف مزدوجا:

تعرف على جزيئات ال HLA II الموجودة على سطح غشاء الخلية العارضة .
تعرف على موقع تثبيت مؤثر ال CD4 .

ومما يساعد على عملية التحسيس هو إفراز الخلايا العارضة Interleukines I .
بعد تحسيس الخلايا للمفاوية LT₄ تتحول إلى خلايا لمفاوية مساعدة LTh (LT helper) المتخصصة .

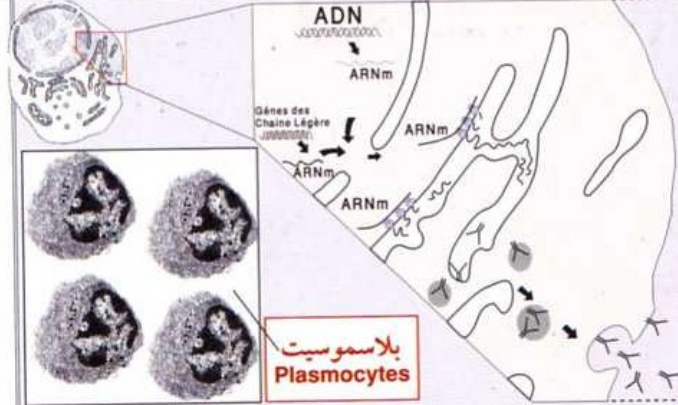
(ب.)
تحسيس الخلايا
الممفاوية
LT₄

بعد التعرف على المستضدات وانتقاء نوع الخلايا للمفاوية ، تقوم للمفاويات LT_H بإفراز مبلغات كيميائية من نوع Interleukines II والتي تحفز هذه الخلايا للمفاوية (بها فيها LT_H نفسها) لتدخل في عملية تكاثر وتشكل لمة من الخلايا للمفاوية المتخصصة .
لا تؤثر الأنتروكينات إلا على اللمفاويات المشطة والتي تحمل مستقبلات غشائية خاصة بهذه المبلغات حيث تشكل هذه المستقبلات نتيجة اتصالها بالمستضد والتحفيز من طرف Interleukines I المفرز من طرف الخلايا العارضة .

(ج.)
التحفيز والتكاثر



بعد تكاثرها وتشكيل لمة من اللمفاويات المشابهة ، فإنها تتحول إلى خلايا سامة L_{Tc} المتخصصة .
و خلايا ذاكرة تسمى L_m تحتفظ بنسخة عن المستضد في حالة غزوه مرة ثانية للجسم فإنها تتعرف عليه مباشرة .

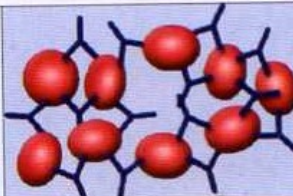


بعد تكاثرها وتشكيل لمة من اللمفاويات المشابهة تتمايز إلى بلاسموسيت الغنية بالشبكة الهيولية المحببة و جهاز كولجي و حويصلات، حيث تقوم بإفراز الأجسام المضادة المتخصصة . و خلايا ذاكرة تسمى L_{Bm} تحتفظ بنسخة عن المستضد في حالة غزوه مرة ثانية للجسم فإنها تتعرف عليه مباشرة .

(د.)
العناصر الدفاعية
التمايز وإنتاج

تميز الخلايا
الذاكرة بقدرتها على
التعرف على
المستضد بسرعة
فائقة ولو كان نسبة
قليلة وبا التالي فإن
الإستجابة المناعية
النوعية تكون
سريعة في حالة
إصابة ثانية .

تفرز الخلايا للمفاوية السامة (L_{Tc}) البورفورينات التي تعمل على إحداث ثقب 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 .



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

(هـ)
القضاء على
المستضدات
وإبطال مفعولها

ج- الخلايا المنتجة للعناصر الدفاعية

هـ منشأ الخلايا
اللمفاوية
ونضجها

الخلايا اللمفاوية LB (أصل الحرف B من
الكلمة الأنجليزية Bone والتي تعني عظم) .

تنشأ وتنضج في نقي العظام.

الخلايا اللمفاوية LT (LT8الناضجة)
(أصل الحرف T من الكلمة Thymus)

تنشأ في نقي العظام وتنضج في غدة التيموس
للتمايز إلى LT4 و LT8 حيث تكتسب كفاءتها
المناعية بالقدرة على التعرف على جزيئات الذات
(HLA) وبيبتيد اللادات معا.

ب- التخلص من المستضدات

المراحل	المناعة الخلوية	المناعة الخلوية
(أ) التعرف على المستضد والانتقاء النسيلي	<p>نوعية المستضدات عبارة عن:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● بكتيريا وفيروسات توجد داخل الخلايا المصابة. ● الخلايا السرطانية: وهي خلايا ذات 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 ببيبتيدات ناتجة عن البروتينات داخلية المنشأ تقدم على أسطح أغشية الخلايا المستهدفة. ■ تعرف على موقع تثبيت مؤشر ال CD8 المرتبطة بجزيئات ال HLA I .  <p>تم انتقاء نوعية الخلايا اللمفاوية LT8 عن طريق التوافق البنوي بين المستقبلات الغشائية TCR وبين محددات المستضدات.</p>	<p>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.</p>  <p>يتم انتقاء نوعية الخلايا اللمفاوية LB عن طريق التوافق البنوي بين المستقبلات الغشائية BCR وبين محددات المستضدات.</p>
ينتج عن التعرف على المستضد تشكل مستقبلات غشائية للمبلغات الكيميائية الخاصة بالتنشيط والتكاثر.	<p>إن اختيار نمط الاستجابة المناعية النوعية خلوية أو خلوية يعود بالأساس إلى نوع المستضد:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ خارجي المنشأ: استجابة مناعية خلوية ■ داخلي المنشأ: استجابة مناعية خلوية <p>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.</p>	

التعرف على المستضد والانتقاء النسيلي



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

تحليل المنحنى:

تعرف الخلايا اللمفاوية LB مباشرة على الفيروس الموجود في الدم واللمف حيث تشكل أجسام مضادة خاصة بهذا الفيروس لكن بعد فترة طويلة (6 أسابيع) يكون خلاها فيروس VIH قد تمكن من غزو الخلايا المستهدفة وهي LT4 الأمر الذي يجعل نسبتها تتناقص تدريجياً (من 1000 خلية إلى 500 خلية لمفاوية في المم المكعب الواحد). مما يجعل الشحنة الفيروسية تتصاعد من حيث الكم لتصل إلى 10^6 تقريباً. لكن في نهاية هذه الفترة فإن يشهد المنحنى هبوطاً ملحوظاً في الشحنة الفيروسية لينقص تركيزها إلى النصف تقريباً وبالمقابل ارتفاعاً محسوساً في تركيز اللمفاويات LT4. ونفس ذلك بأن كما هائلاً من اللمفاويات LTC يكون قد تشكل مما يسمح بالقضاء على عدد من الفيروسات ويسمح بالمقابل بتكاثر الخلايا اللمفاوية LT4. فتتخفض نسبته لتصل إلى أدنى قيمة لها (حوالي $4 \cdot 10^3$) 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 LTh التي لم تصب بعد بالفيروس تكون فيها LT4 المصابة ضحية لها حيث تقضي عليها بالطريقة المعروفة (مناعة خلوية).

المرحلة الأولى

مرحلة الإصابة الأولية (وتدوم حوالي 9 أسابيع)

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

■ الفيروسات ■ الخلايا السامة LTC

المرحلة الثانية

مرحلة تدخل المناعة الخلوية وتسمى مرحلة المصل الموجب

يبين المنحنى ارتفاعاً تدريجياً في الشحنة الفيروسية لتصل إلى أعلى مستوى لها (10^6) يقابل ذلك هبوط في تركيز اللمفاويات LT4 ليصل إلى نسبة شبه معدومة. إن القضاء تدريجياً 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 (اللاوعية) فتبقى سارية المفعول.

المرحلة الثالثة

مرحلة العجز المناعي والإصابة بمرض السيدا

كيف تبدي العضوية مقاومة ضد الأجسام الغريبة ؟

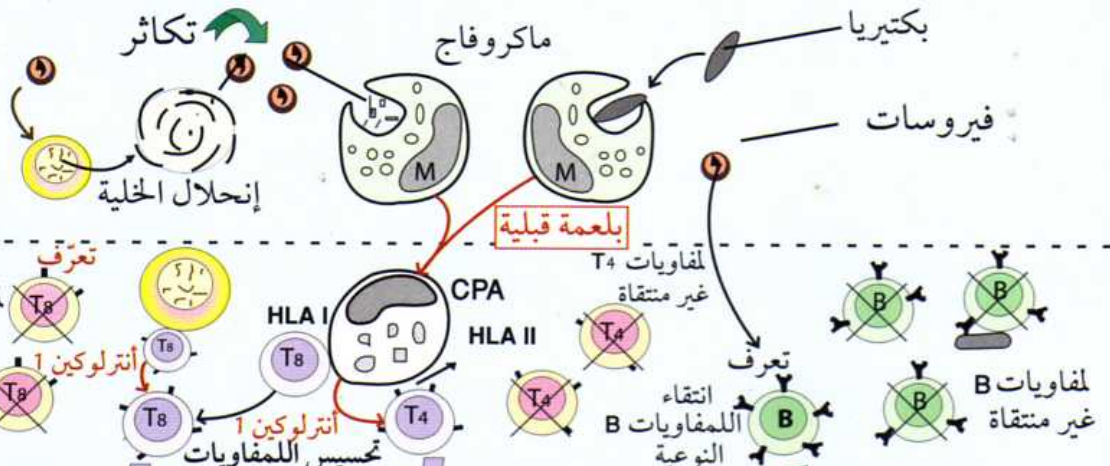
خلاصة الوحدة الرابعة

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 أمراضاً مختلفة الخطورة. لذلك كان من اللازم أن يتحصن الجسم بحواجز طبيعية تقف سداً منيعاً ضد هذه الكائنات. وإن تمكنت من اختراق الحواجز الطبيعية فإنها تتلقى مقاومة غاية في التعقيد والتخصص ابتداءً من أخلاط الجسم وانتهاءً بالدفاع عن خلايا الجسم حيث يتواجد على أسطح جميع خلايا الجسم **جزئيات جليكوبروتينية** تعتبر بمثابة بطاقة هوية تتعرف عليها الخلايا المناعية وتبدي معها تسامحاً مناعياً وهذا ما يعرف بالذات ولكنها تقاوم كل جسم غريب لا يحمل على سطح أغشيتها هذه الجزئيات فيسمى باللاذات وهذا هو السبب في أن كل فرد يبدي هوية بيولوجية أو ذات مستقلة.

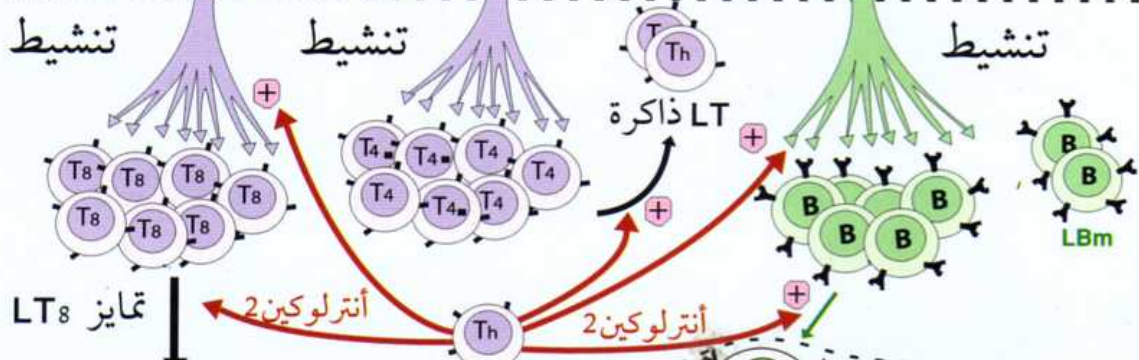
تعمل المناعة النوعية على حماية العضوية من المستضدات وفق استراتيجيتين دفاعيتين :

- 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 .

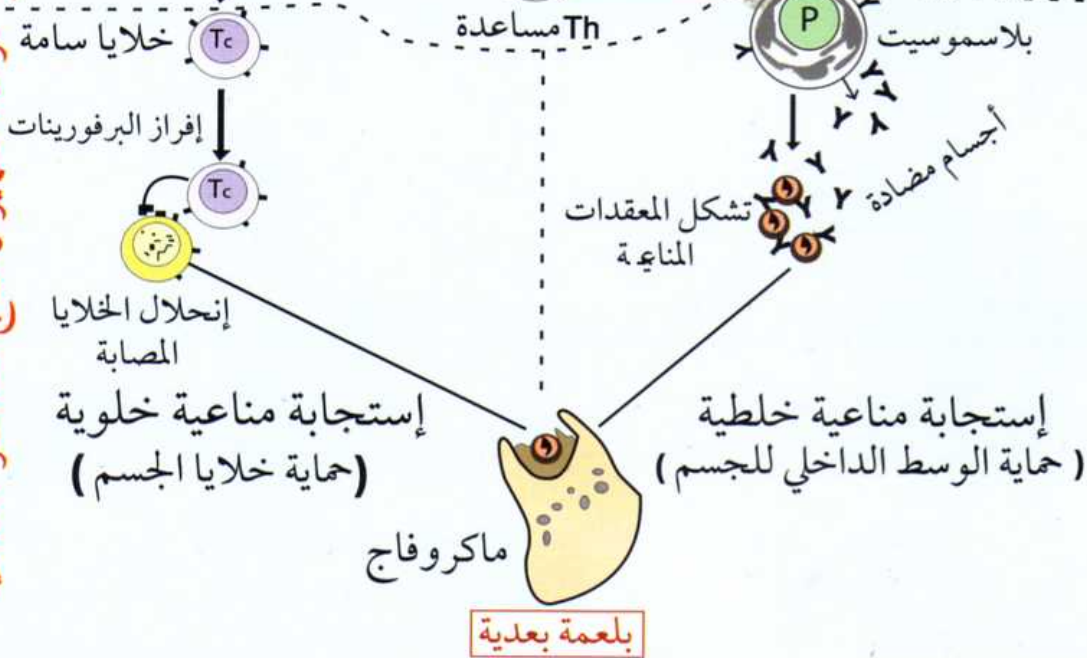
مرحلة التعرف والإنتقاء النسيلي



مرحلة التنشيط و التكاثر



مرحلة التمايز و انتاج العناصر الدفاعية



شعبة العلوم
التجريبية

BAC

5

العلوم الطبيعية

المجال المعرفي الثاني

التحويلات الطاقوية في الخلايا

تمهيد

لقد لاحظنا في الوحدات السابقة للمجال الأول أن تركيب البروتينات تحتاج إلى طاقة تحصل 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؟

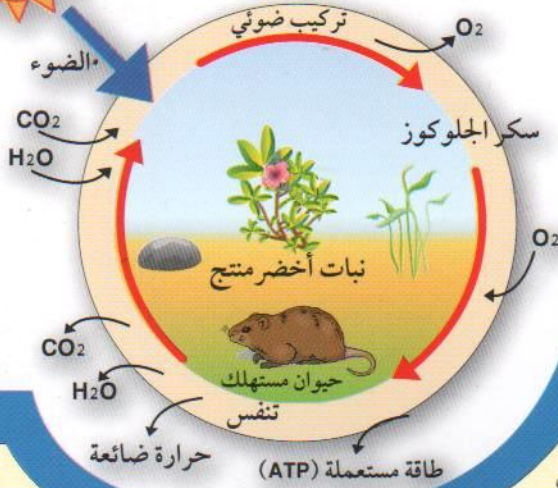
تذكير بالمكتسبات القبلية:



يخص 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). نستناول بشكل تفصيلي مراحل هاتين الآليتين.

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

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



التفاصيل

المراحل

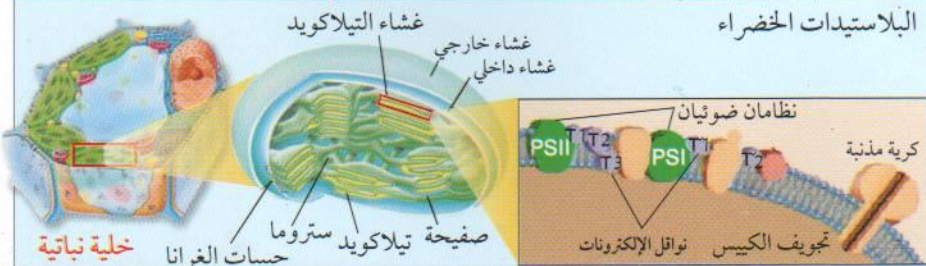
تذكير بالمكتسبات القبلية:

1
إيضاح المظاهر الخارجية وشروط حدوثها

تمثل المظاهر الخارجية للتركيب الضوئي في أخذ ثاني أكسيد الكربون من الجو الخارجي وبالمقابل طرح الأوكسجين. يرفق ذلك بتركيب السكريات. وتتم العملية في وجود الضوء واليخضور، وفق المعادلة التقليدية التالية:

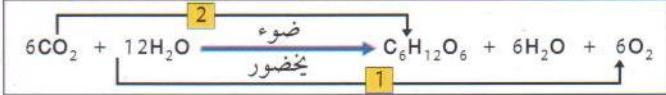


البلاستيدات الخضراء



2
المقر والبنية

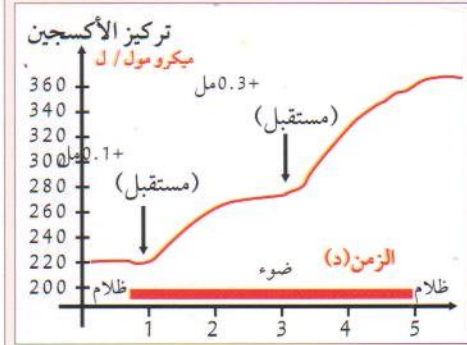
يتبين من الشكل أن الخلية النباتية تتميز بوجود الصانعات الخضراء إلى جانب احتوائها على كل مكونات الخلية بما فيها الميتوكوندري.
تتكون البلاستيدة الخضراء من غشائين: داخلي وخارجي. بداخلها اثناءات أفقية للأغشية (صفائح) تحصر بينها حبيبات الغرانا. تتكون كل حبيبة غرانونم من مجموعة من كبيسات متراكبة يسمى كل منها تيلاكويد.
- ما فوق بنية التيلاكويد
يتكون غشاء التيلاكويد من النظامين الضوئيين PSI و PSII يحصران بينها سلسلة نواقل الالكترونات تنتهي بكرة مذنب تعرف ب ATPase. تسمى هذه العناصر الغشائية في مجملها **السلسلة التركيبية الضوئية**.



يمكن أن نستخلص من المعادلة وجود تفاعلين:
1- تفاعل أكسدة للماء

3
معادلة التركيب
الضوئي

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**.
تشتط المرحلة الأولى وجود الضوء واليخضور، لذلك تسمى المرحلة الضوئية أو الكيموضوئية. أما المرحلة الثانية فتشتط غاز الفحم دون الحاجة إلى الضوء لذلك تسمى المرحلة الظلامية أو الكيموحوية.

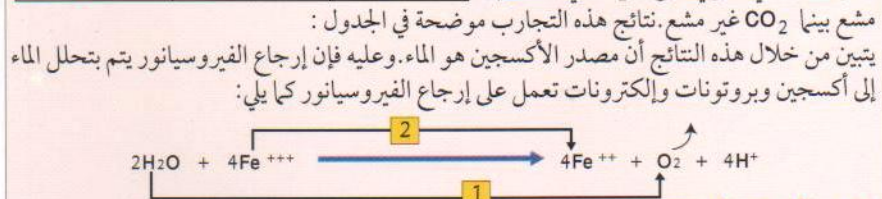


أ- تفاعلات المرحلة الكيموضوئية
يوضح المنحنى التالي نتائج تجارب مدعمة بالحاسوب لمعلق التيلاكويد معرض للضوء والظلام وضع فيه كاشف الفيروسيانور كمستقبل للالكترونات (يكون بلون بني محمر في الحالة المؤكسدة، وبلون أخضر في الحالة المرجعة). حيث نلاحظ زيادة كمية الأكسجين المنطلق بزيادة كمية الفيروسيانور في وجود الضوء.
- لكن ما علاقة الأكسجين المنطلق بإرجاع الفيروسيانور؟
مصدر الأكسجين المنطلق:

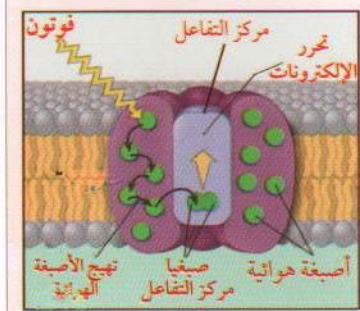
4
مراحل التركيب
الضوئي

الأكسجين المنطلق	الجزئ المشع	الوسط
غير مشع	CO2	الأول
مشع	H2O	الثاني

يبين ذلك من خلال تجربة هيل الشهيرة: وضع معلق الكلوريل في وسطين أحدهما يحتوي على CO2 ذي أكسجين مشع بينما الماء غير مشع، والوسط الثاني يحتوي على H2O ذي أكسجين مشع بينما CO2 غير مشع. نتائج هذه التجارب موضحة في الجدول:
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:



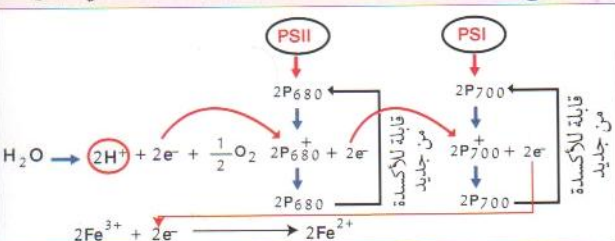
- دور الضوء واليخضور:



يتكون النظام الضوئي من الأصبغة اليخضورية وهي A و B وأشباه الكاروتين وهي تنظم في شكل أصبغة هوائية ومركز التفاعل. تلتقط الأصبغة الهوائية الفوتونات التي تعمل على 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 فتتهييج بدورها بنفس الكيفية. وهكذا تتدلع سلسلة من التهيجات على مستوى هذه الأصبغة الهوائية إلى أن تصل الطاقة إلى زوج نهائي من الأصبغة يسمى **مركز التفاعل** حيث بعد تهييجها يتحرر إلكترونين كما يبينه الشكل المقابل:

مراحل التركيب الضوئي

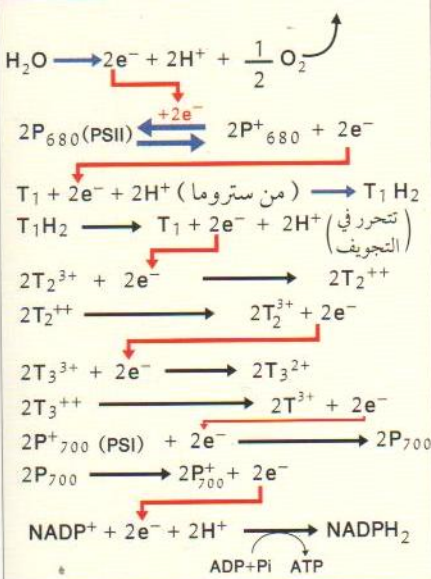
وبما أن هناك نظامان ضوئيان في غشاء التيلاكويد فإن عملية التأكسد تتم على مستويين بالشكل التالي:
 - مستوى PSII حيث يرمز فيها لصبغتي مركز التفاعل ب 2P 680 نسبة إلى أعلى موجة يمكن أن يمتصها هذا النظام.
 - مستوى PSI حيث يرمز فيها لصبغتي مركز التفاعل ب 2P 700 نسبة إلى أعلى موجة يمكن أن يمتصها هذا النظام.
 إذن دور الضوء هو أكسدة اليخضور في النظامين الضوئيين.
 لا يمكن للنظام الضوئي PSII أن يحرر الإلكترونات مرة ثانية بعد تأكسده إلا عند استعادة الإلكترونات التي فقدتها وهذا لا يكون إلا عن طريق الإلكترونات الناتجة عن تحلل الماء.
 أما الإلكترونات المفقودة من طرف النظام الضوئي PSI فتعوض من الإلكترونات القادمة من النظام الضوئي PSII.
 بمعنى أن المرحلة الضوئية هي عبارة عن ضخ للإلكترونات مصدرها الماء ومحركها الضوء الذي ليس له القدرة على أكسدة الماء ولكن له القدرة على أكسدة اليخضور كما يوضحه المخطط المقابل.



قابلة للأكسدة
 قابلة للاكسدة
 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 المخط الثاني:

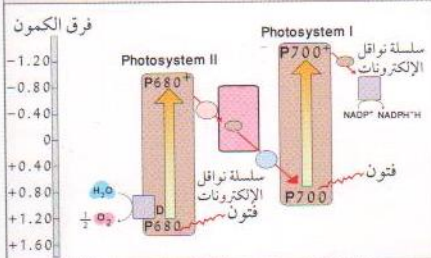


1- تنتقل الإلكترونات من النظام الضوئي PSII إلى النظام الضوئي PSI عبر سلسلة من النواقل (T1 و T2 و T3) وفق تدرج متزايد في كمون الأكسدة والإرجاع.

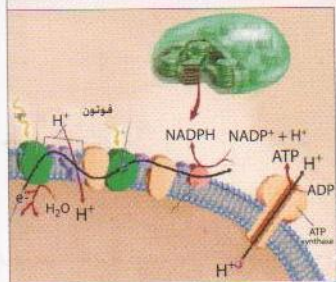
إن كمون الأكسدة والإرجاع للماء = 0.82 + ميللي فولت بينما كمون الأكسدة والإرجاع ل NADP⁺ = 0.40 ميللي فولت. بمعنى أن الماء لا يمكنه إرجاع NADP⁺، وحتى تتم العملية كان من اللازم أكسدة النظامين الضوئيين ومن ثم إرجاعها من طرف إلكترونات الماء وفق نظام انتقال الإلكترونات كما يلي:
 كمون أصغر (طاقته عالية) ← كمون أكبر (طاقة منخفضة) كما يبينه شكل المخطط المقابل:

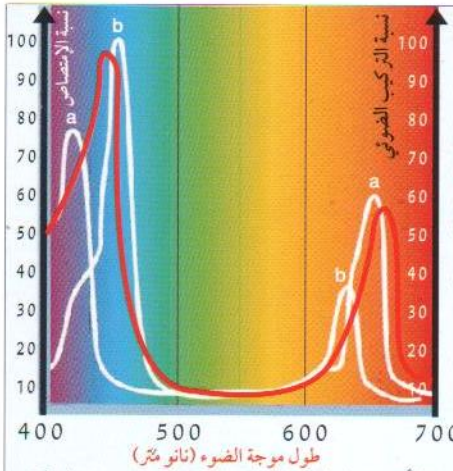
نلاحظ من المخطط أن الماء لا يمكنه إرجاع NADP⁺ لكن بإمكانه إرجاع PSII لأن كمون الأكسدة والإرجاع لديه في مستوى أخفض من كمون الماء.

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 تدريجياً 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 الإلكترونات عن طريق الضوء بأكسدة PSI.
 فالنظامان الضوئيان يتعاونان في رفع طاقة إلكترونات الماء حتى تكتسب القدرة على إرجاع NADP⁺





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 المذنبه مما ينتج عنه عملية فسفرة تسمى الفسفرة الضوئية تنتهي بتشكيل جزئيات 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) وبنسبة أقل عند الموجات الطويلة (وهي البرتقالي والأحمر)، وشبه معدومة في اللون الأخضر. ويوضح المنحنى باللون الأحمر نسبة التركيب الضوئي حيث هناك توازي مع منحنى الإمتصاص اي كلما زاد الإمتصاص زاد التركيب الضوئي والعكس صحيح. وهذا هو تفسير سبب رؤية أوراق النباتات بلون أخضر لأنها تعكسه ولا تمتصه. وبالتالي فأنت ترى شيئاً بلون معين هذا يعني أنه امتص كل ألوان الطيف ماعدا ذلك اللون. ويمكن أن يكون لون الشيء مزيجاً من لونين وهذا يعني بأنه لا يمتص اللونين معا.

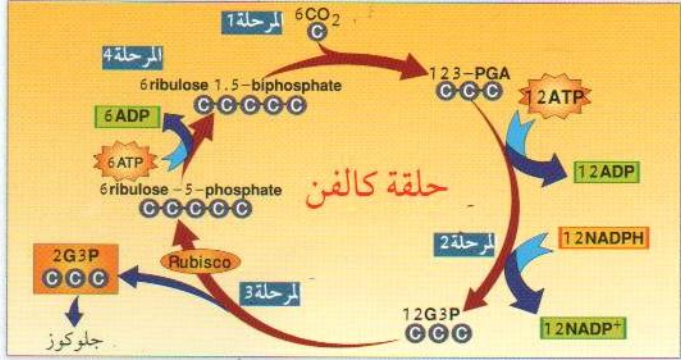
حصيلة التفاعلات الكيموضوئية:



ما هو مصير NADPH2؟

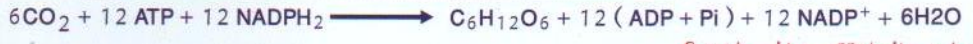
ب- تفاعلات المرحلة الكيموجيوية

على مستوى الحشوة أو ستروما تحدث سلسلة من التفاعلات يتم فيها إدماج CO2 وإرجاع مركبات بينية عن طريق NADPH2 واستعمال طاقة ليتشكل في النهاية الجلوكوز. يتم إدماج 6 جزئيات من غاز الفحم ب 6 جزئيات لمركب خماسي يسمى Rudip (Ribulose 1.5-Diphosphate) لتعطي كمرحلة أولى 12 جزئياً PGA (حمض Phosphoglycerique) تتم فسفرته باستعمال ATP ثم إرجاعه عن طريق NADPH2 ليتشكل مركب PGA (Phosphoglyceraldehyde) كمرحلة ثانية حيث يكون عدد جزئياته 12 بعدد 36 ذرة كربون. وفي المرحلة الثالثة تندمج جزئيتان من PGA إلى جلوكوز، والباقي يندمج في شكل 6 جزئيات ريبيلوز أحادي الفوسفات. وفي المرحلة الرابعة والأخيرة يسترجع مركب Rudip من جديد لتستأنف الدورة مع 6 جزئيات CO2 أخرى. يطلق على العملية حلقة كالفن والتي يوضحها المخطط التالي.



حصيلة المرحلة الكيموجيوية:

كما لاحظنا سابقاً إنها عملية إرجاع CO2 لتركيب سكر الجلوكوز وهي تشترط وجود ATP و NADPH2 و CO2



ما هي العلاقة بين المرحلتين؟

تشرط المرحلة الكيموجيوية وجود الضوء بطريق غير مباشر بمعنى وجود الضوء من أجل تزويدها ب: ATP و NADPH2 من المرحلة الكيموضوئية. وكذلك فإن استمرار المرحلة الكيموضوئية مشروط باستمرار المرحلة الكيموجيوية لأن تراكم NADPH2 وعدم أكسدته يمنع من إرجاعه في السلسلة التركيبية الضوئية وبالتالي توقف العملية.

حلقة كالفن التركيب الضوئي

ثانياً 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 كلياً (تنفس هوائي)، أو في غيابه حيث يتفكك جزئياً (تنفس لاهوائي أو تخمر).

1 في حالة وجود الأكسجين يوضح الجدول الموالي بشكل تفصيلي مراحل وشروط هذه الظاهرة على المستوى الجزيئي:

تذكير بالمكتسبات القبلية:

تتمثل المظاهر الخارجية للتنفس في أخذ الأكسجين من الوسط الخارجي وطرح المقابل CO_2 وتحرر طاقة حرارية. وذلك وفق المعادلة التقليدية التالية:



1
إيضاح المظهر
الخارجي للعملية
وشروط حدوثها



2
المقر والبنية

الميتوكوندري:

تحتوي الخلية الحيوانية على كل المكونات فيما عدا الصانعات الخضراء. تتكون الميتوكوندري من غشائين: داخلي وخارجي كما يبينه الشكل أعلاه. ينشئ الغشاء الداخلي إلى الداخل مشكلاً 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: ADP , Pi و FAD , NAD
- ما فوق بنية الميتوكوندري: يتكون الغشاء الداخلي من سلسلة نواقل الإلكترونات تسمى **السلسلة التنفسية**، تنتهي بكرية مذنية ($ATPase$).



3
معادلة التنفس

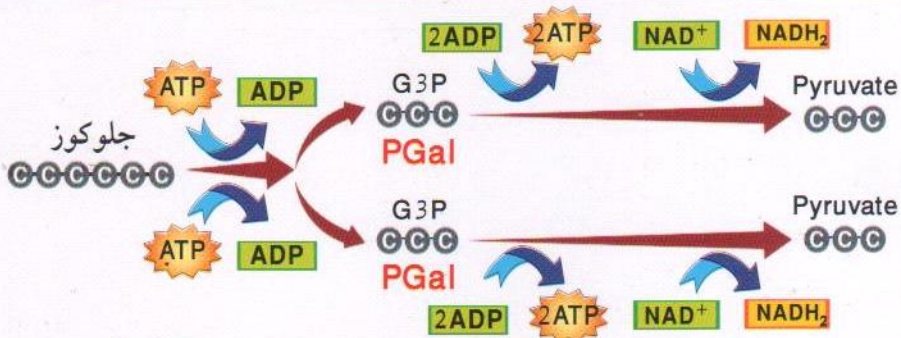
نستخلص من المعادلة وجود تفاعلين:

- 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 شروطاً خاصة سوى توفر الأكسجين.

أ- التحلل السكري (Glycolyse)

قبل دخول الجلوكوز إلى الميتوكوندري 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 تنجزاً إلى مركبين يتكون كل منهما من ثلاث ذرات كربون يطلق عليها $PGal$ (فوسفو غليسيرالدهيد) يتطلب ذلك استعمال طاقة تقدر إجمالاً ب $2ATP$.

4
مراحل التنفس

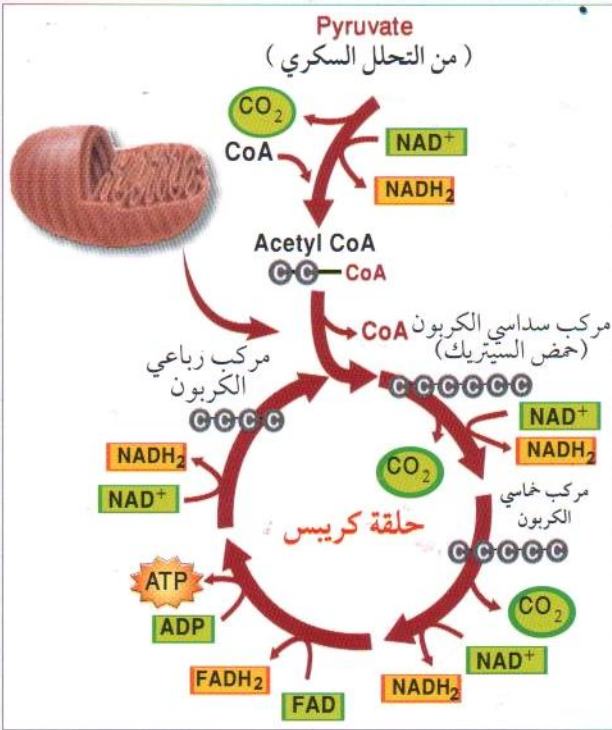


يتحول مركب PGal إلى حمض بيروفيك (Pyruvate) مروراً بمركبات بينية وهي: APG و PEP محرراً طاقة تسمح بتشكيل 2ATP وإرجاع 2NAD^+ إلى 2NADH_2 .

معادلة التحلل السكري: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2(\text{ADP} + \text{P}_i) + 2\text{NAD}^+ \rightarrow 2\text{ATP} + 2\text{NADH}_2 + 2$ حمض بيروفيك

ما هو مصير حمض البيروفيك؟
ب- حلقة كريبس

يدخل حمض البيروفيك إلى الميتوكوندري بعد أن يرتبط بمرافق الإنزيم COA-SH ليتحول إلى مركب أستيل-CoA يتم خلالها نزع ثاني أكسيد الكربون وإرجاع NAD^+ إلى NADH_2 تسمى العملية نزع الكاربون التأكسدي. ينفصل مرافق الإنزيم عن الأستيل ليرتبط هذا الأخير في مستوى الحشوة مع مركب رباعي الكربون مشكلاً مركباً سداسياً يدخل في سلسلة من تفاعلات نزع ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين حتى التفكيك الكلي لمركب الأستيل الذي ينتهي بتحرير 2CO_2 ، ليتحول المركب السداسي من جديد إلى مركب رباعي الكربون ويعيد الدورة من جديد مع مركب أستيل آخر كما يوضحة الشكل المقابل. يطلق على



العملية **حلقة كريبس** حيث تكون معادلتها كالتالي:



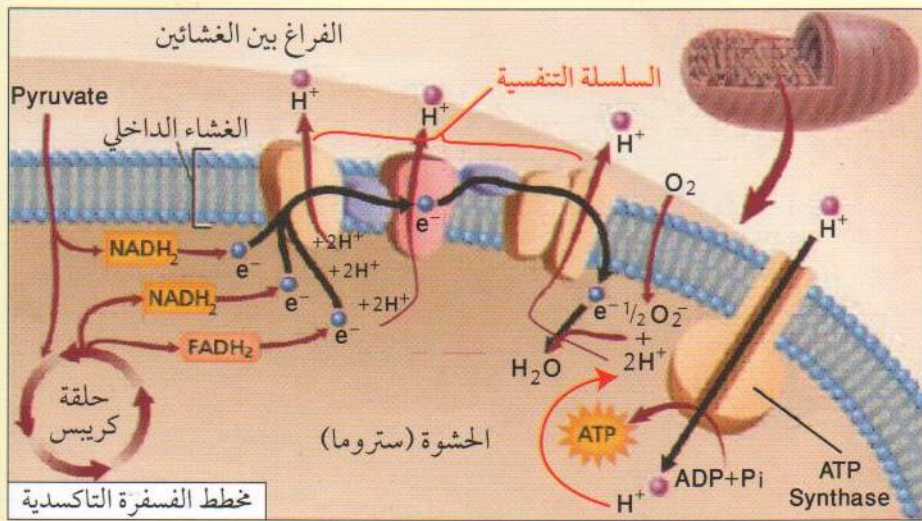
ج- الفسفرة التأكسدية

لقد أظهرت التجارب أن NADH_2 و FADH_2 يتأكسدان عبر سلسلة من النواقل توجد ضمن الغشاء الداخلي للميتوكوندري 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 جزيء ATP على مستوى الكريات المذنبية حيث تتدفق البروتونات عبرها من الفراغ بين الغشائين العالي التركيز بالبروتونات إلى الستروما لترتبط بجزيئات الأكسجين المرجعة مما يسمح بتركيب جزيئات الماء.

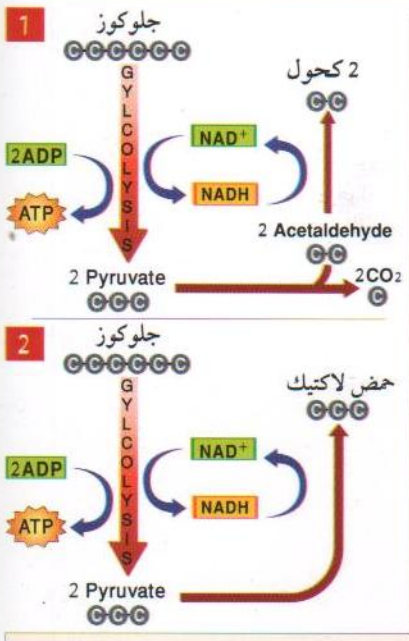


معادلة
الفسفرة
التأكسدية:



عدد FADH ₂	عدد NADH ₂	عدد ATP	المرحلة
0	2	2	التحلل السكري
0	2	/	نزع الكربون التأكسدي
2	6	2	حلقة كريس
2	10	4	الحصيلة الإجمالية
4	30	4	الحصيلة الطاقوية بال ATP
= 38 ATP			

1NADH₂ → 3ATP / 1FADH₂ → 2ATP



2 في حالة غياب الأوكسجين لاحقاً من خلال معادلة التحلل السكري أن من نتائج هذه العملية والتي تتم في الهوبول إرجاع $2\text{NAD}^+ + 2\text{NADH}_2$ وتشكل حمض البيروفيك ومن ثم تتأكسد في الميتوكوندري لتعطي 3 جزيئات ATP. لكن في غياب الأوكسجين فإن العملية تتوقف هنا ويشكل تراكم NADH_2 الزيادة من حموضة الوسط نتيجة ارتفاع تركيز البروتونات مما يجعله وسطاً 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 بالتخمير 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 أولاً إلى مركب أستيلالدهيد بنزع جزيئة ثاني أكسيد الكربون 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 جيداً معنى التخمر اللبني عندما نذكر بعض مشتقات الحليب التي نجها مثل الباهورت والجبن واللبن والرابب وجبن البيتزا (Cheddar)... والتي هي منتج نشاط بكتيريا 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 تصعب كمية الأوكسجين الموجودة في الدم غير كافية لمسيرة الجهد العضلي وبالتالي لا تحدث أكسدة تامة للجلوكوز في الميتوكوندري، ونتيجة تراكم NADH_2 فإن ذلك يؤدي إلى خطر حموضة الدم لذلك تلجأ الخلايا العضلية إلى التخمر اللبني والذي يؤدي إلى تراكم حمض اللبن فيتسبب في شبه شلل مؤقت وألم حاد للعضلات عند القيام بأدنى حركة خاصة في اليوم الموالي للجهد العضلي القوي. يزول هذا المشكل العضلي تدريجياً بعد تحويل حمض اللبن من طرف الكبد إلى حمض البيروفيك من جديد.

3 المردود الطاقي

يتمثل المردود الطاقي ما تستفيده الخلية من طاقة فعلية في شكل ATP من الطاقة الكلية الكامنة في الجلوكوز. حيث يتم قياس ذلك بالنسبة المئوية. إن الحرق الكلي (الأوكسدة التامة) لمول واحد من سكر الجلوكوز خارج العضوية يحرق طاقة حرارية تقدر ب 2861 كيلو جول وذلك وفق المعادلة التقليدية:



أما الأوكسدة التامة لنفس الكمية من الجلوكوز داخل الخلية فتعطي 38 ATP. بما أن مول ATP يعطي 30.5 كيلو جول أي تستفيد الخلية من $38 \times 30.5 = 1159$ كيلو جول. وهذا يعني أن المردود الطاقي للخلية يساوي:

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

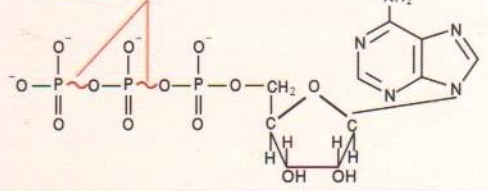
وبالتالي فإن ما تستعمله الخلية فعليا من الجلوكوز هو فقط 40.5 % والباقي (KJ1700) يطرح في شكل إشعاع حراري يستفيد منه الجسم في تثبيت درجة حرارته. وهو يعتبر أحسن مردود طبيعي مقارنة مع المردود الطاقي لمحركات السيارات والتي تذهب معظم الطاقة المستخرجة من البنزين في شكل حرارة تزيد من تسخين المحركات لهذا يستعمل فيها نظام التبريد. في حين أن الميتوكندري تستخرج هذه الطاقة ببطء وفي ظل حرارة معتدلة بفضل عمل الإنزيمات.

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

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

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

روابط غنية بالطاقة



ما مصدر الطاقة الكامنة ؟ وكيف يتم تحويلها في شكل ATP ؟

خلاصة المجال الثاني:

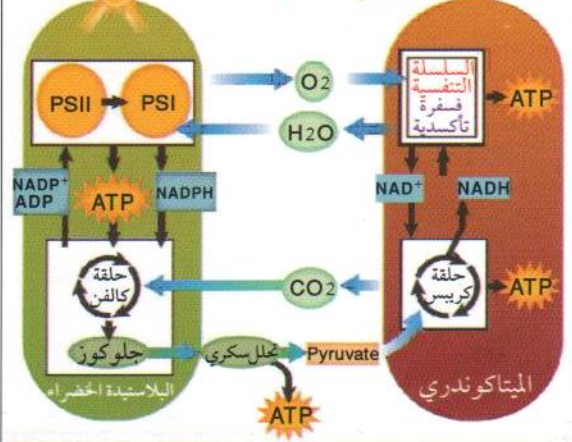
يلخص الجدول التالي مقارنة بين الظاهرتين، يتبعه رسم تخطيطي يبرز العلاقة بينهما.

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:

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

العلاقة بين التركيب الضوئي و التنفس



2010-123



كليك للنشر
ClicEdition