كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : تنفس نباتي

المحاضرة : السابعة/ن+ع/د. سومر

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

جامعة طرطوس
كلية العلوم- قسم علم الحياة

التنفس النباتي
المحاضرة الثامنة

د.سومر رجب شعبان

تذكر

- ذرة الهيدروجين عبارة عن إلكترون واحد يدور حول نواة بها بروتون واحد
- أي أن:

$$H \rightarrow H^+ + e^-$$

- وبالتالي في حالة (NADH+H+) أو (FADH2) فيتم نزع الهيدروجين من الـNAD+ والـFAD
- والخطوة التالية هي أن كل ذرة هيدروجين تتفكك إلى إلكترون وبروتون

- الصورة المختزلة للـNAD+ هي NADH+H+ أي أن الشكل NAD+ يمثل الصورة المؤكسدة
- الصورة المختزلة للـFAD هي FADH2أي أن الشكل FAD يمثل الصورة المؤكسدة

2

الأكسدة الحيوية

- تتم عملية الأكسدة الحيوية من خلال مجموعة من الإنزيمات والتي تشكل معقدا مغمورا في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا.

- عملية الأكسدة الحيوية تشمل عمليتين:
  - عملية السلسة التنفسية (أو سلسلة نقل الإلكترونات)، حيث يتم نقل الإلكترونات
  - عملية الفسفرة التأكسدية (حيث يتم إنتاج الطاقة في صورة الـATP).
- وخلال هذه العملية ينتج عدد من الـ ATPالصورة المختزلة للـ NAD^+ تعطي ٣ جزيئات من الـ ATP
- بينما الصورة المختزلة للـ FAD تعطي 2 (جزيئين) من الـ ATP

3

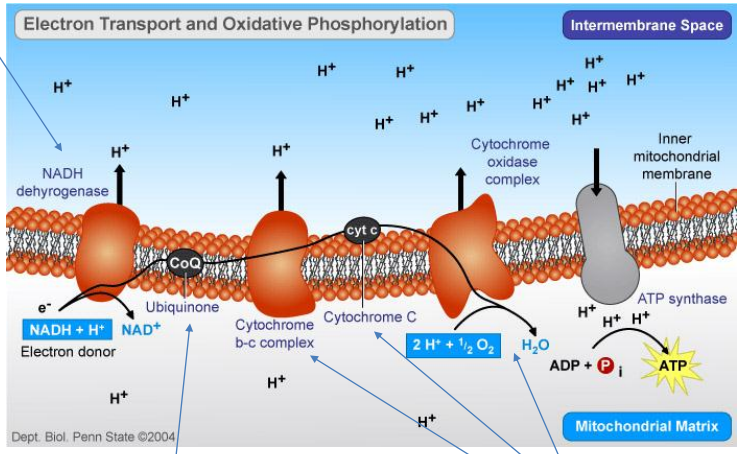
آلية الأكسدة الحيوية

- يتم نقل الإلكترونات من خلال عدة تفاعلات أكسدة وإختزال على طول الجدار من معقد إلى آخر، حتى تصل الإلكترونات إلى الأوكسجين حيث تتحد معه ليكون الماء (وفي وجود البروتونات).
- وخلال إنتقال الإلكترونات، تنتج طاقة ناتجة من عملية الإنتقال هذه حيث يمكن إستعمالها بواسطة نفس المعقدات لضخ البروتونات من الجدار الداخلي إلى المسافة بين الغشائين في الميتوكوندريا.
- الخطوة التالية هي عودة البروتونات عكسيا إلى داخل الميتوكوندريا عبر الغشاء الداخلي للميتوكوندريا حيث تنتج طاقة أخرى تستعمل لإنتاج الـ ATP من خلال إنزيم محدد.
- هذا الإنزيم يسمى بالـATP سينثاز والذي يتواجد مغمورا بالجدار الداخلي وهو الذي يربط الـADP بالفوسفات لتكوين الـATP

4

الأكسدة الحيوية

إنزيم بيروفات ديهيدروجيناز
(دورة كربس)



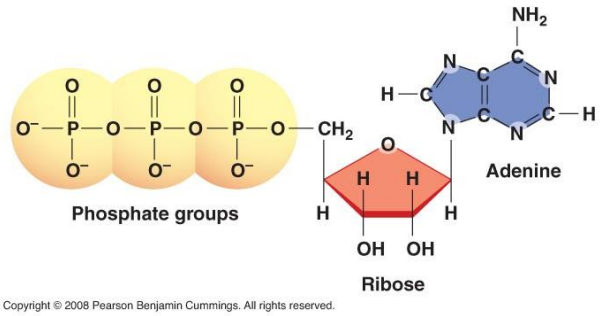
المرافق الإنزيمي Q (كوQ)

بروتين السايتوكروم (Cytochrome)

تكوين الـATP من خلال إنزيم الـATP سينثاز

- ليتكون جزئ واحد من الـ ATP يتطلب التالي:

ADP + P_i → ATP



Copyright © 2008 Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

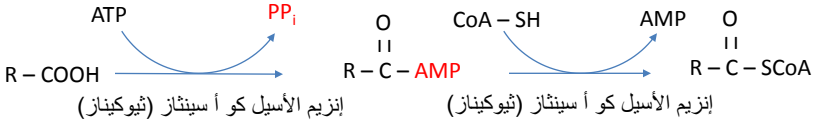
أيض (هدم) الدهون
Lipid Metabolism (Catabolism)

- تعتبر أحد مصادر الطاقة المهمة في الجسم.
- تساهم في بنية الأغشية الخلوية وكريات الدم والميتوكوندريا.
- تدخل في بناء الأوعية الدموية والعظام والنخاع الشوكي.
- لها وظيفة وقائية، فهي تعزل الجسم حراريا وتحميه من الصدمات.
- تتحرر عند أكسدتها كمية كبيرة من الطاقة تزيد على ضعف ما يعطيه الوزن نفسه من الكربوهيدرات.
- تتكون الجليسريدات من كحول يسمى جليسرول (وهو يعد من الدهون) ومرتبط به ثلاثة أحماض دهنية
- الأحماض الدهنية الطويلة السلسة ترمز لها بالإسم أسيل (acyl). R – COOH

7

هدم الدهون يبدأ بتنشيط الأحماض الدهنية

- قبل هدم أو أكسدة الدهون، لابد من تنشيط الأحماض الدهنية.
- يتم التنشيط عن طريق ربط الأحماض الدهنية بروابط غنية بالطاقة بتحويلها إلى ثيوإسترات (Thioesters) لمرافق الإنزيم أ (Co-enzyme A) وذلك بتفاعلها مع الـATP.
- هذه هي الخطوة الوحيدة في هدم الدهون التي تتطلب طاقة ويستهلك فيها جزيئين من الـATP.



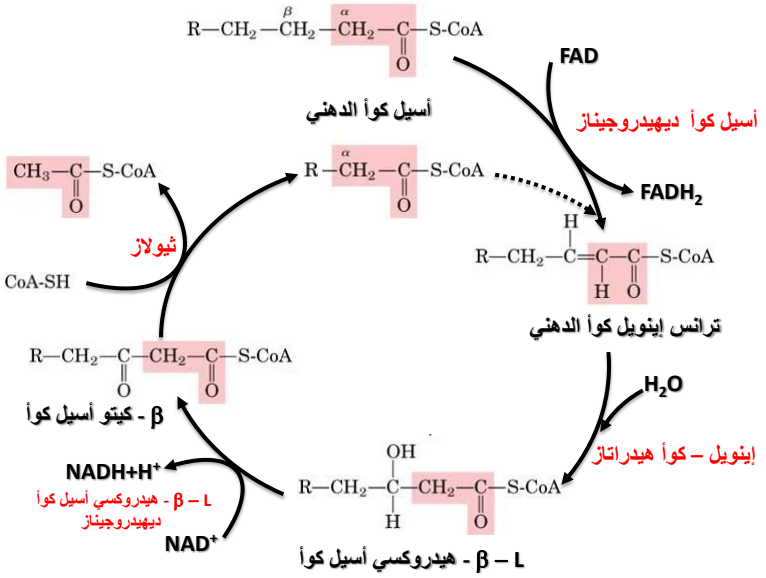
8

هدم الدهون

- تحدث خطوة التنشيط هذه في الجدار الخارجي للميتوكوندريا (أي مجازا تعتبر تحدث في السيتوبلازم).
- الأسيل كو أ الطويل السلسة (أو الأحماض الدهنية الحرة) ليس بإمكانها إختراق الغشاء الداخلي للميتوكوندريا.
- يمكنها العبور فقط بعد إرتباطها بمركب الكارنتين لتكوين أسيل كارنتين.
- تتم عمليات الأكسدة (أي هدم) الدهون (الأحماض الدهنية) بعد ذلك في داخل الميتوكوندريا.
- أكسدة الأحماض الدهنية ذات العدد الزوجي مختلف عن ذوات العدد الفردي.
- تسمى عملية هدم الدهون بالأكسدة بيتا (وهي تحدث في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا)

9

للاطلاع الأكسدة بيتا للأحماض الدهنية ذات العدد الزوجي



10

حساب الطاقة

- أكسدة جزئ واحد من الحمض الدهني البالمتيك (C_{16}).
- يدخل سبع مرات أكسدة بيتا.
- ينتج ٥ جزيئات ATP (٥ × ٧ = ٣٥).
- ينتج ٨ جزيئات من أسيتيل كوأ (٨ × ١٢ = ٩٦).
- المجموع ٣٥ + ٩٦ = ١٣١.
- إستخدم جزيئين من الـ ATP في تنشيط الحمض الدهني.
- إذا المجموع النهائي هو ١٣١ – ٢ = ١٢٩ من الـATP

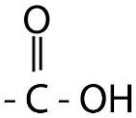
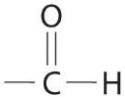
11

أكسدة الأحماض الدهنية ذوات العدد الفردي

- تتم تماما مثل العدد الزوجي. أي من خلال نظام أكسدة بيتا.
- الإختلاف الوحيد هو أن آخر دورة من أكسدة بيتا تنتج حمض دهني ذو خمس ذرات كربون.
- وبالتالي يتكون جزئ أسيتيل كو أ (ذرتين كربون) وجزئ بروبينيل كو أ (Propionyl CoA) وهو مكون من ٣ ذرات كربون.
- يتأكسد بروبيونيل كو أ بطريقة مختلفة في الحيوانات عنها في النباتات.
- ففي الحيوانات يتحول بربيونيل كو أ إلى سكسينيل كوأ (وهو أحد المركبات الوسطية في دورة كربس).
- وفي النباتات يتحول بربيونيل كو أ إلى أسيتيل كو أ (أيضا من ضمن مركبات دورة كربس).

12

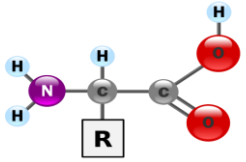
بعض المجموعات الوظيفية في الكيمياء العضوية

الهيدروكسيل (كحول) – OH	الكربونيل
الكربوكسيل -COOH 	ألدهيد -CHO 

13

الحمض ومجموعة الأمين

- الحمض هو الذي يأخذ الشكل التالي:
  - في الكيمياء العضوية (أو الكيمياء الحيوية) فهو ينتهي بالمقطع : (COOH) حيث يمكن فقد ذرة الهيدروجين (مثل حمض البالمتيك $(CH_3)_{15}$ – COOH).
  - في الكيمياء الغير عضوية فهو أي مركب يحتوي على ذرة هيدروجين، أي يأخذ الشكل العام XH (مثل حمض الكبريتيك H_2SO_4).
- النيتروجين (N) يتواجد في صورة مجموعة أمين (NH_3).
  - الشكل العام للأحماض الأمينية.



- ما هي أسماء الأحماض الأمينية وتصنيفها.

14

التفاعلات العامة للأحماض الأمينية

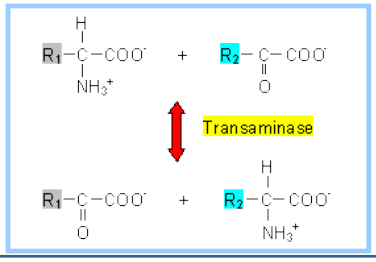
١. نقل مجموعة الأمين (Transamination).
٢. النزع التأكسدي لمجموعة الأمين (Oxidative Deamination).
٣. النزع غير التأكسدي لمجموعة الأمين (Nonoxidative Deamination).
٤. نزع مجموعة الكربوكسيل من الحمض الأميني (Decarboxylation).

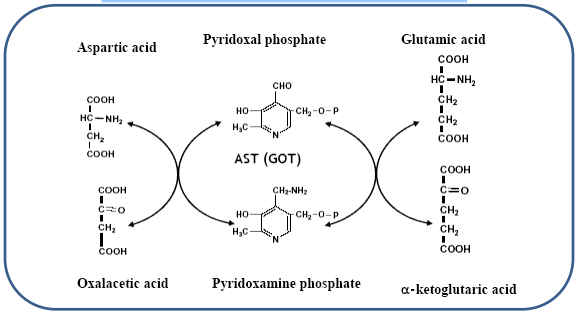
نقل مجموعة الأمين (Transamination)

- يعني ذلك نقل مجموعة الأمين من حمض أميني إلى هيكل كربوني لحمض أميني آخر..
- يحفز هذا التفاعل إنزيم الناقل لمجموعة الأمين (Transaminase) في وجود المرافق الإنزيمي بيريدوكسال-٥-فوسفات.

15

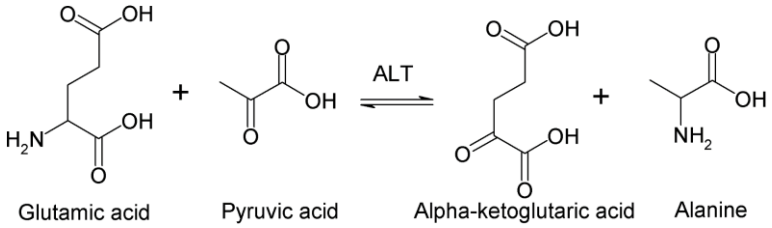
نقل مجموعة الأمين (Transamination)





16

نقل مجموعة الأمين (Transamination)

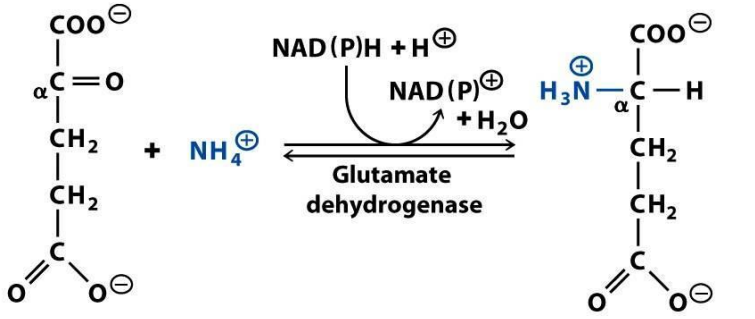


- جميع التفاعلات عكسية تفيد الخلية في تصنيع الأحماض الأمينية التي يتوفر هيكلها الكربوني من مصادر غير بروتينية.
- يحتل حمضا الجلوتاميك والأسبارتيك موقعا مركزيا في أيض الأحماض الأمينية.
- حيث يلعبان دورا فعالا في نزع مجموعة الأمين ونقلها.
- حيث أنهما حمضان ثنائيا الكربوكسيل وبالتالي يمكن أن يتحدا بسهولة مع الأمونيا عند مجموعة الكربوكسيل الطرفية الثانية فيتشكل منهما حمضان أمينيان هما الجلوتامين والأسباراجين.

17

النزع التأكسدي لمجموعة الأمين (Oxidative Deamination)

- هي من أكثر التفاعلات إنتشارا في الأنسجة.
- تتم عن طريق إنزيم جلوتاميك ديهيدروجيناز والذي يتواجد في الميتوكوندريا فقط.
- وهو الإنزيم المسؤول عن تكوين معظم الأمونيا في الأنسجة الحيوانية.
- يتطلب وجود المرافق الإنزيمي NAD^+ أو $NADP^+$ فينتج حمض ألفا-كيتو جلوتاريك وأمونيا والمرافق المختزل.



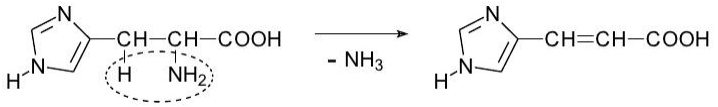
α كيتوجلوتارات حمض α كيتو

جلوتامات حمض α أميني

18

النزع غير التأكسدي لمجموعة الأمين (Nonoxidative Deamination)

- يشمل نزع مجموعة الأمين من الحمض الأميني بأكثر من طريقة بواسطة إنزيمات من نوع α- دي أميناز.
- حيث ينتج عنها الأمونيا والأحماض غير المشبعة المناظرة.



هيستيدين حمض يوروكنيك

19

مصير الهيكل الكربوني للأحماض الأمينية

- بينت الأبحاث أن الأحماض الأمينية العشرين تتحلل إلى سبعة مركبات أيضية مختلفة.
- هي: البيروفات وأسيتيل كو أ وأسيتوأسيتيل كو أ و ألفا-كيتوجلوتاريك وسكسينيل كو أ وفيومارات وأوكسالوأسيتات.

- وعلى ذلك تم تقسيم الأحماض الأمينية إلى مجموعتين حسب مسارها الأيضي:
  - الأحماض الأمينية الجلوكوجينية Glucogenic amino acids
  - الأحماض الأمينية الكيتوجينية Ketogenic amino acids

20

الأحماض الأمينية الجلوكوجينية
Glucogenic amino acids

- الأحماض الأمينية التي تتحلل إلى بايروفات أو ألفا-كيتوجلوتاريك أو سكسينيل كو أ أو فيومارات أو أوكسالوأسيتات تسمى بالأحماض الأمينية الجلوكوجينية، لأنها يمكن أن تتحول إلى جلوكوز.
- حيث أن البروفات والمركبات الوسطية في دورة حمض الستريك يمكن أن تتحول إلى فوسفوإينول البايروفات ثم إلى جلوكوز (إعادة إصطناع الجلوكوز).
- وتضم هذه المجموعة ثمانية عشرة حمضا (١٨).
- من أمثلتها حمض ألانين حيث أن نقل مجموعته الأمينية تؤدي إلى تحويله إلى بيروفات.
- وحمض الأسبارتك الذي يؤدي نقل مجموعته الأمينية إلى تكوين أوكسالوأسيتات.
- وحمض الجلوتاميك الذي يؤدي نقل مجموعته الأمينية إلى تحوله إلى ألفا-كيتوجلوتارات.

21

الأحماض الأمينية الكيتوجينية

- هي الأحماض الأمينية التي تؤدي إلى تكوين الأجسام الكيتونية.
- أي تتحلل إلى أسيتيل كو أ وأسيتوأسيتيل كو أ وأسيتون.
- ولا تؤدي إلى تكوين الجلوكوز لأن الثديات تفتقد إلى مسار تكوين الجلوكوز من أسيتيل كو أ وأسيتوأسيتيل كو أ.
- تضم سبعة أحماض أمينية ويعتبر حمضا الليوسين واللايسين من أبرز أمثلتها.

22

الأحماض الأمينية الجلوكوجينية والكيتوجينية

الأحماض الأمينية	جلوكوجينية	كيتوجينية
الأنين	✔	×
أرجينين	✔	×
أسبارتيك	✔	×
سيستايين	✔	×
جلوتاميك	✔	×
جلوتامين	✔	×
جلايسين	✔	×
هيستيدين	✔	×
آيزوليوسين	✔	✔
ليوسين	×	✔
لايسين	×	✔
ميثايونين	✔	×
فينيل آلانين	✔	✔
برولين	✔	×
سيرين	✔	×
ثريونين	✔	✔
تريبتوفان	✔	✔
تايروزين	✔	✔
فالين	✔	×

23

مكتبة A to Z