خطوات دورة كربس:

1- يدخل جزئ أستيل CO A –إلى دورة كربس حيث ينفصل عنه مساعد الأنزيم CO – A ليحمل مجموعات أستيل أخرى إلى دورة كربس

2- تتحد مجموعة الأستيل (C2) مع حمض الأكسالوأستيك (C4) لينتج حمض الستريك (C6)

3- يمر حمض الستريك بعدد من المركبات الوسطية هي حمض كيتوجلوتاريك ثم حمض ساكسينك ثم حمض ماليك لتنتهي التفاعلات بحمض اكسالوأستيك الذي يرتبط مع مجموعة أستيل جديدة مكونا حمض السترك مرة أخرى (لذلك تسمى دورة كربس بدورة حمض الستريك)

4- يتحرر أثناء الدورة : 2 CO2 ATP - - 3 NADH – FADH2

5- تتكرر دورة كربس مرتين لكل جزئ من الجلوكوز حيث

يعطي جزئ الجلوكوز 2 جزئ مجموعة أستيل وبالتالي تتضاعف المواد المتحررة عن الدورة وتصبح :

* دورة كربس لا تتطلب وجود الأوكسجين لأن الأكسدة تتم من خلال فقد الالكترونات التي تستقبلها مركبات NAD – FAD+

ثالثا: سلسلة نقل الإلكترون:

هي المرحلة الأخيرة من التنفس الهوائي , تتم مع نهاية دورة كربس حيث يمر الهيدروجين والالكترونات(ذات طاقة عالية) والمحمولة على كل من NADH – FADH2 خلال أو حاملات الإلكترونات

- السيتوكرومات تحمل الالكترونات في مستويات طاقة مختلفة

- تمر الالكترونات من سيتوكروم إلى سيتوكروم أخر ويصاحب ذلك انطلاق طاقة تخزن في مركباتATP

• يستقبل الأوكسجين الالكترونات (كل ذرة أوكسجين تستقبل 2 إلكترون وتصبح أيون سالب)

• يتحد أيون الأوكسجين السالب مع 2 ايون هيدروجين موجب لتكوين جزئ ماء H2O

- كل جزئ NADH يعطي 3 ATP

- كل جزئ FADH2 يعطي 2 ATP

الفسفرة التأكسدية:

تكوين جزيئات ATP من جزيئات ADP وذلك بتخزين الطاقة الناتجة من حركة الالكترونات على مستويات الطاقة المتدرجة للسيتوكرومات

- وبناء على ذلك يمكننا حساب عدد جزيئات ATP الناتجة من أكسدة جزئ واحد من الجلوكوز في عملية التنفس

الهوائي كالأتي:

1- ينتج 4 ATP أثناء تحول 2 جزئ فوسفوجليسرالدهيد إلى 2 جزئ حمض البيروفيك (يستهلك منها 2 ATP أثناء انشطار الجلوكوز إلى 2 جزئ

فوسفوجليسرالدهيد ويبقى 2 ATP)

2- ينتج أثناء مرحلة انشطار الجلوكوز 2 NADH التي ينتج عنها في سلسلة نقل الإلكترون6 ATP

3- ينتج 2 NADH أثناء أكسدة 2 جزئ حمض البيروفيك

إلى 2 جزئ أستيل والتي ينتج عنها في سلسلة نقل

الإلكترون6 ATP

* يصبح عدد جزيئات ATP =

14 في المرحلة ما قبل دورة كربس

4- ينتج أثناء دورة كربس (التي تتكرر مرتين) 2 ATP

- 6 NADH (ينتج عنها في سلسلة نقل الإلكترون 18 ATP)

-2 2FADH (ينتج عنها في سلسلة نقل الإلكترون4 ATP)

يصبح عدد جزيئات ATP = 24 في مرحلة دورة كربس

وبذلك تصبح الطاقة المنطلقة من أكسدة جزئ جلوكوز واحد بالتنفس الهوائي = ATP 38

* التنفس اللاهوائي *

التخمر: تنفس بعض الكائنات الحية مثل البكتيريا والخميرة تنفسا لاهوائيا وذلك في حالة نقص أو انعدام الأكسجين .

– عملية التخمر لا تحتاج أكسجين ولكنها تتم في وجود مجموعة من الأنزيمات

1– تمر عملية التنفس اللاهوائي بنفس المراحل الأولى من التنفس الهوائي حيث يحدث انشطار الجلوكوز وتكوين 2 جزئ حمض بيروفيك ، وينتج عن ذلك 2 ATP (يعاد استهلاك 2 NADH الناتجة أثناء انشطار الجلوكوز في التحولات التالية)

2– يتحدد تحول حمض البيروفيك في التنفس اللاهوائي حسب :

نوع الخلية :

أ– في الخلايا الحيوانية (مثل خلايا العضلات) تلجأ إلى التنفس اللاهوائي عند نقص O2

– يتحول حمض البيروفيك إلى حمض اللاكتيك الذي يتراكم في العضلات مسببا التعب العضلي

– إذا توافر الأكسجين بعد ذلك فان حمض اللاكتيك يتحول إلى حمض البيروفيك مرة أخرى ثم أستيل

CO – A ليدخل في دورة كربس ويتغير التنفس اللاهوائي إلى التنفس الهوائي

ب– في بعض أنواع من البكتيريا يتحول حمض البيروفيك إلى حمض اللاكتيك (مثل بكتيريا الزبادي) يعرف ذلك بالتخمر الحمضي

ج– في فطر الخميرة وبعض أنسجة النباتات يتحول حمض البيروفيك إلى كحول ايثيلي وينطلقCO2

يعرف ذلك بالتخمر الكحولي .

* التخمر الحمضي :

- يحدث في بعض العضلات وبعض أنواع من البكتيريا

- يتحول حمض البيروفيك إلى 2 حمض اللاكتيك و 2 ATP

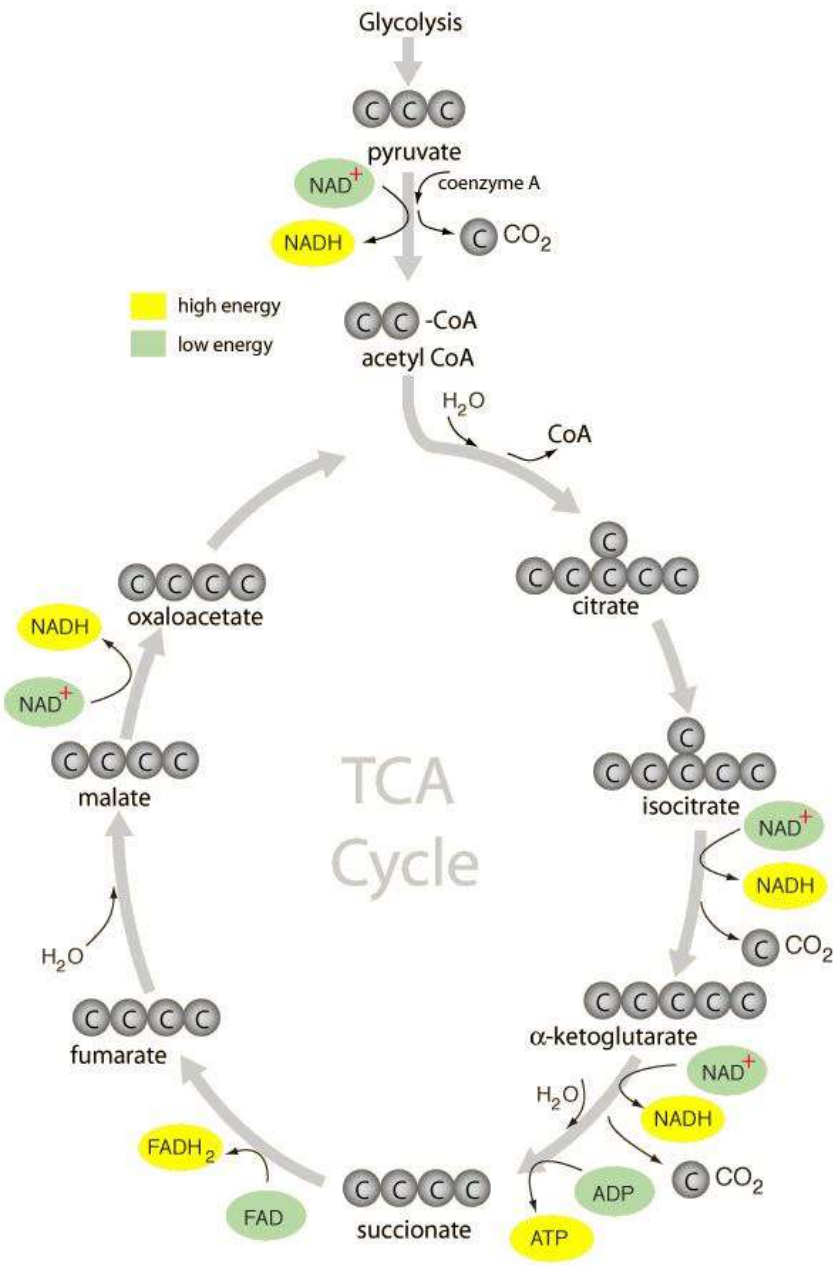
- تعتمد عليه صناعة الزبادي والجبن والزبد .

* التخمر الكحولي :

- يحدث في فطر الخميرة وبعض أنسجة النباتات

- يتحول حمض البيروفيك إلى 2 كحول ايثيلي و 2 CO_2 و 2 ATP

- تعتمد عليه صناعة الكحول .


Glycolysis
pyruvate
NAD+
coenzyme A
NADH
CO2
high energy
low energy
-CoA
acetyl CoA
H2O
CoA
citrate
isocitrate
NAD+
NADH
CO2
α-ketoglutarate
NAD+
H2O
NADH
CO2
ADP
ATP
succionate
FADH2
FAD
fumarate
H2O
malate
NADH
NAD+
oxaloacetate
TCA
Cycle