

## التخمير الكحولي

### Industrial fermentation

#### التخمير الصناعي (Industrial fermentation)

تتم عملية التخمير بواسطة الكائنات الدقيقة كالبكتيريا والفطريات ، بهدف تصنيع منتجات مفيدة للبشرية. حيث تمثل المنتجات المخمرة تطبيقات عدة ومنها تصنيع الغذاء وكذلك في مجال الصناعة العامة

**التخمير (Fermentation) :** هو عملية استخلاص الطاقة من تفاعلات الأكسدة-الاختزال للمركبات الكيميائية، والتي منها الكربوهيدرات، وباستخدام قابل إلكترون ذاتي .

وتمثل السكريات الركيزة الأكثر شيوعاً لعملية التخمير، ومن أشهر الأمثلة على منتجات عملية التخمير كل من الإيثانول، حمض اللاكتيك، والهيدروجين. على الرغم من ذلك، فهناك الكثير من المركبات الغريبة يمكن إنتاجها بواسطة عملية التخمير والتي منها الاسيتون .

تستخدم الخميرة في عملية تخمير المواد الغذائية لإنتاج الإيثانول في صناعة البيرة، الخمر والمشروبات الكحولية الأخرى، والتي تسير جنباً إلى جنب مع إنتاج كميات ضخمة من ثاني أكسيد الكربون.

كما تحدث عملية (fermentation) في عضلات الثدييات خلال فترات ممارسة النشاطات المكثفة مثل رياضة الجري، عندما يقل امداد الأكسجين اللازم لاتمام العمليات الحيوية في الميتوكوندريا، مما يؤدي إنتاج حمض اللاكتيك.

ويحدث التخمير بفعل ميكروبات مثل البكتيريا و الفطريات و الخمائر. وعلى سبيل المثال نجد أن الفطريات تعمل على خليط السكر مع الأملاح المعدنية فينتج البنسيلي. وتقوم الخميرة بتحليل السكر الناتج عن الحبوب المنقوعة في الماء إلى الكحول الإيثيلي وثاني أكسيد الكربون عند صناعة البيرة. وأيضاً يتحلل السكر في عصير العنب بنفس الطريقة عند صناعة النبيذ. وكذلك يُعتبر التخمير جوهرياً في إنتاج الخبز والدجين و اللبن الرائب. ولكنه قد يكون مُضراً في بعض الحالات، مثلما يحدث عندما يصبح الحليب المتخمّر حليماً فاسداً.



## تخمير الإيثانول Ethanol fermentation

تنفذه الخميرة وأنواع أخرى من البكتيريا حيث يكسر حمض البيروفيك إلى الإيثانول وثاني أكسيد الكربون. وهو يلعب دوره الهام في صناعة الخبز - النبيذ

- التركيب الكيميائي  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  .

المعادلة العامة لهذا التخمير:



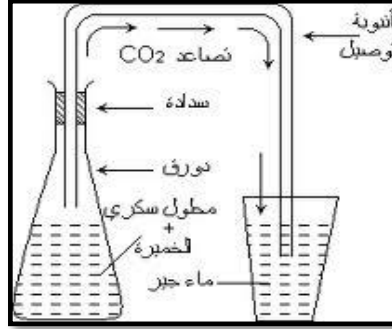
(أ) التخمير اللاهوائي: (Fermentation)	(ب) التنفس اللاهوائي: (Anaerobic respiration)
يحدث تحت ظروف لاهوائية، ويكون فيه المستقبل النهائي للإلكترونات مادة عضوية. مثل: • التخمير الكحولي Alcoholic fermentation: يكون (الأسيتالدهيد Acetaldehyde) هو المستقبل النهائي للإلكترونات. • التخمير الجليسرولي Glycerol fermentation: يكون (الداي هيدروكسي أسيتون فوسفات Dihydroxy acetone phosphate) هو المستقبل النهائي للإلكترونات. • التخمير اللاكتيكي Lactic acid fermentation: يكون (حمض البيروفيك) هو المستقبل النهائي للإلكترونات.	يحدث تحت ظروف لاهوائية، ويكون فيه المستقبل النهائي للإلكترونات مادة معنوية. ان كفاءة التنفس اللاهوائي أقل بكثير من التنفس الهوائي حيث أن التنفس اللاهوائي ينتج فقط 2 ATP مقارنة بـ 38 ATP في التنفس الهوائي.

## استخدامات الإيثانول

- ≡ يدخل كمادة وسيطة في العديد من الصناعات الكيميائية.
- ≡ يستخدم كمذيب في صناعة الصبغات والزيوت والشموع وأدوات التجميل.
- ≡ يستخدم في التطهير في المستشفيات والمنازل والمختبرات.
- ≡ يستخدم كوقود بخلطه بالبنزين بنسبة 10 % .

≡ للكشف عن عملية التخمير معمليا:

≡ يتم استخدام محلول الخميرة ( خميرة + جلوكوز أو سكروز + ماء دافئ 30 م - 45 م ) وذلك في غياب الأكسجين ( ظروف لا هوائية ) يترك المحلول لفترة لتتم عملية التخمير ومن ثم يتم توصيل المحلول بدورق يحتوي على ماء الجير ( كاشف كيميائي عديم اللون ) وهو عبارة عن محلول مائي من هيدروكسيد الكالسيوم  $Ca(OH)_2$  ويستخدم في الكشف عن ثاني أكسيد الكربون.



حيث أن تعكر ماء الجير إلى راسب أبيض اللون دليل على تكون ثاني أكسيد الكربون الناتج من عملية تخمر المادة السكرية ( جلوكوز أو السكروز ) بواسطة الخميرة أما بالنسبة للكحول الايثيلي فيمكن الكشف عنه عن طريق رائحة الكحول المنبعثة من محلول الخميرة .

