Practical Fermentation Technology

تخمرات عملي 2

تخمر السكريات بواسطة الخميرة

التخمر في الخميرة

- هي عملية كيميائية يتم من خلالها تحطيم المادة السكرية بواسطة الانزيمات وذلك للحصول على الطاقة منتجة بذلك كحول اثيلي وثنائي أوكسيد الكاربون كنواتج أساسية لعملية التخمر .
- وبالتالي تحصل الخميرة على معظم الطاقة بواسطة نوع من التنفس اللاهوائي يدعى التخمر وذلك في غياب الاوكسجين وتوفر المادة الغذائية (السكرية) والماء ودرجة الحرارة المناسبة .
- معادلة التخمر :

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH + 2ATP$$

جلوكوز ايثانول طاقة

من اهم السكريات التي يتم تخميرها بسهولة بواسطة الخميرة هي :

- السكريات الأحادية (الجلوكوز , الفركتوز) :

جلوكوز كحول ايثيلي +ثاني أوكسيد الكاربون + طاقة

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{zymase}} 2CO_2 + 2C_2H_5OH + Energy$$

- السكريات الثنائية (السكروز) :

سكروز فركتوز جلوكوز كحول ايثيلي طاقة

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{\text{Envertase}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{zymase}} 2CO_2 + 2C_2H_5OH + Energy$$

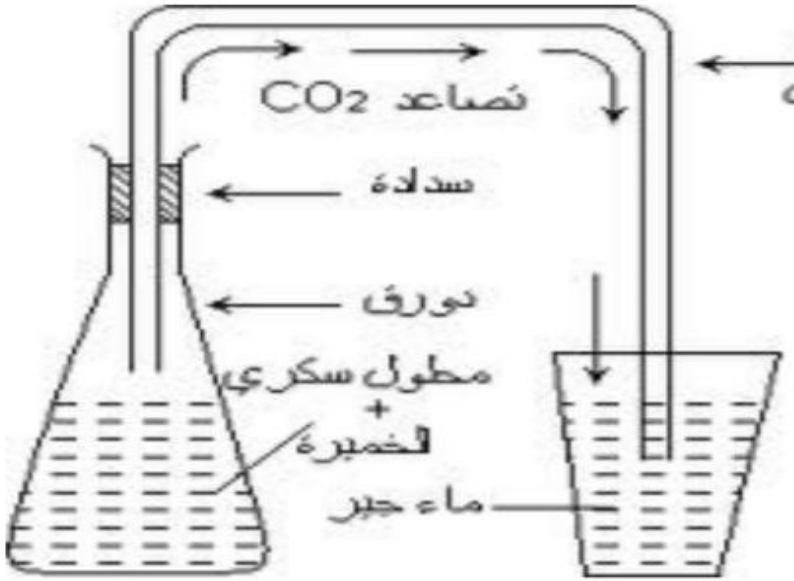
- **عملية التخمر بواسطة الخميرة لها دور مهم في صناعة الخبز والمشروبات الكحولية .**

ميكانيكية التخمر في الخبز :

- تبدأ الخميرة في النشاط بمجرد خلط مكونات الخبز .
- تبدأ عملية التخمر بالتحلل المائي لنشأ الدقيق الى سكر ثنائي (مالتوز) بفعل الانزيمات الموجودة بالدقيق ومن ثم يقوم انزيم المالتيز المفرز بواسطة الخميرة بتحويل هذا السكر الى جلوكوز في حين يحطم انزيم الزايميز المفرز بواسطة الخميرة سكر الجلوكوز منتجا بذلك غاز ثاني أوكسيد الكاربون وكحول ايثيلي كنواتج أساسية لعملية التخمر .... ولزيادة سرعة التخمر يتم إضافة السكر الى الدقيق حيث يعمل انزيم الانفرتيز المفرز من الخميرة على تحويل السكروز المضاف الى الدقيق الى جلوكوز وفركتوز وبعد تكون هذه السكريات البسيطة يقوم انزيم الزايميز المفرز من الخميرة أيضا بتحويلها الى غاز ثاني أوكسيد الكاربون وكحول ايثيلي حيث يقوم غاز ثاني أوكسيد الكاربون الناتج بنفخ الرغيف بصورة جيدة اما الكحول فيتطاير اثناء عملية الخبيز في حين تموت الخميرة بفعل درجة الحرارة المرتفعة .

للكشف عن عملية التخمر معمليا :

- يتم استخدام محلول الخميرة (خميرة + جلوكوز او سكروز + ماء دافىء 30 م – 45 م) وذلك في غياب الاوكسجين (ظروف لا هوائية) يترك المحلول لفترة لتتم عملية التخمر ومن ثم توصيل المحلول بدورق محتوي على ماء الجير (كاشف كيميائي عديم اللون) وهو عبارة عن محلول مائي من هيروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ ويستخدم في الكشف عن ثنائي أوكسيد الكاربون .



- حيث ان تعكر ماء الجير الى راسب ابيض اللون دليل على تكون ثاني أوكسيد الكاربون الناتج من عملية تخمر المادة السكرية (جلوكوز او سكروز) بواسطة الخميرة اما بالنسبة للكحول الايثيلي فيمكن الكشف عنه عن طريق رائحة الكحول المنبعثة من محلول الخميرة .

العوامل المؤثرة في عملية التخمير اثناء العجينة :

- كمية الخميرة
- الحرارة
- كمية الملح والسكر
- حموضة العجينة (PH)

إثبات تخمر السكريات بواسطة الخميرة (تجربة البالون)

- معادلة التخمر :

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH + 2ATP$$

جلوكوز ايثانول طاقة

عند توفر 1 _ المادة الغذائية (السكرية)

2 _ الماء ، تحتاج الخمائر الى كميات لا بأس بها من الماء اكثر مما تحتاجه فطريات العفن ، ولكنها اقل احتياجا من خلايا البكتيريا .

3 _ درجة الحرارة المناسبة حيث تنمو الخمائر جيدا بدرجات حرارة معتدلة تتراوح بين (25 – 35) م .

وهذا لا يمنع من نمو بعض الأنواع الأخرى بدرجات حرارة متفاوتة تتراوح بين الصفر ودرجة 37 م .

تتم عملية التخمر في الخميرة وفقا للمعادلة السابقة .

ينتج عن عملية التخمر الحادثة بواسطة الخميرة غاز CO_2 الذي يلاحظ اثناء التجربة :

- انتفاخ البالون دليل على حدوث عملية التخمر حيث يمتلىء البالون بغاز CO_2 المتكون من تخمر السكر بواسطة الخميرة .
- يزداد حجم البالون بزيادة كمية المادة السكرية نظرا لزيادة سرعة التخمر بزيادة كمية السكر وبالتالي زيادة في كمية غاز CO_2 الناتج من عملية التخمر .