

Industrial Microbiology

مكروبيولوجيا صناعية

المعمل الخامس

By: Aljawharah Alabbad

2025

انتاج الكحول الإيثيلي

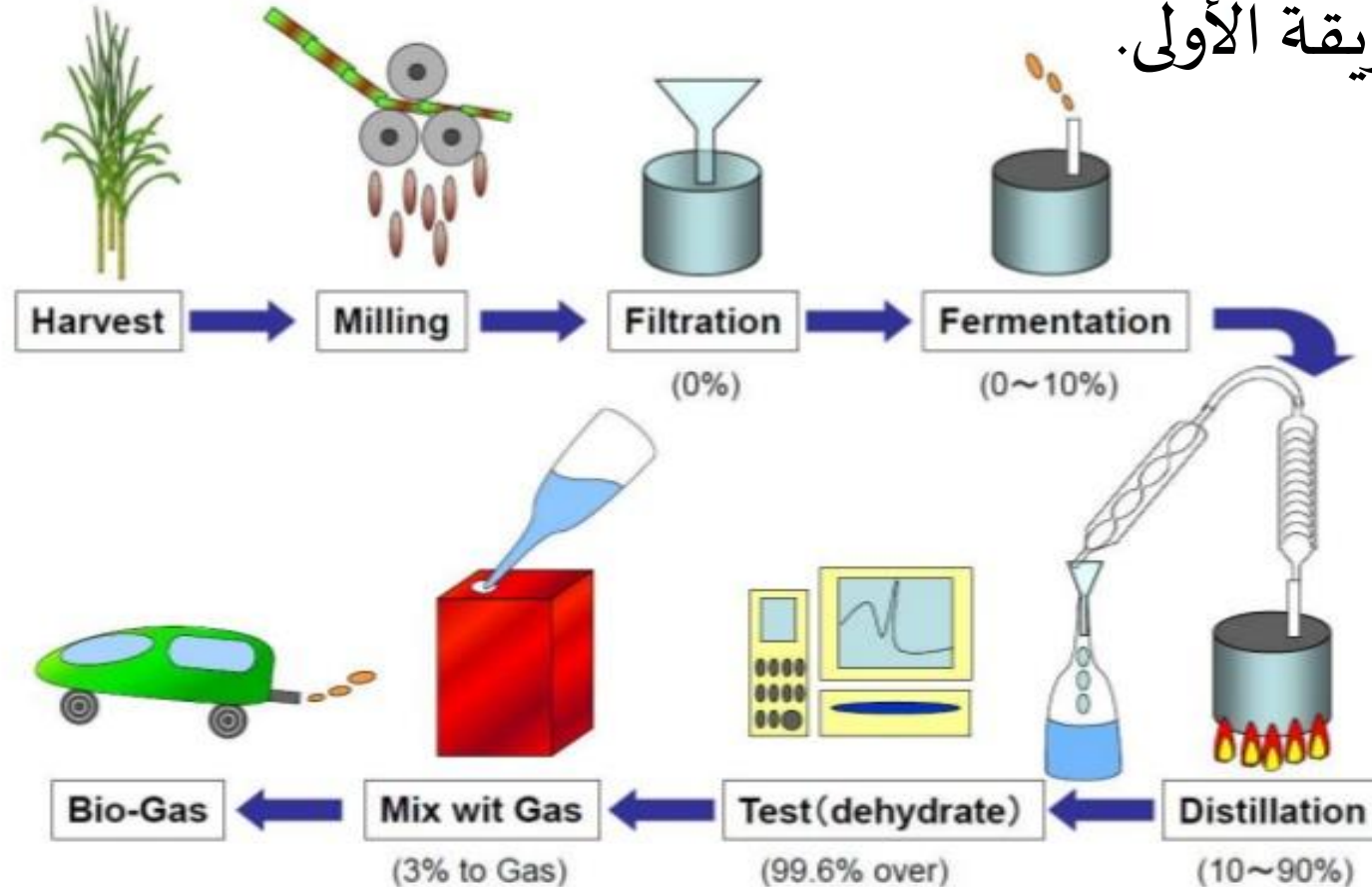
Production of Ethyl alcohol

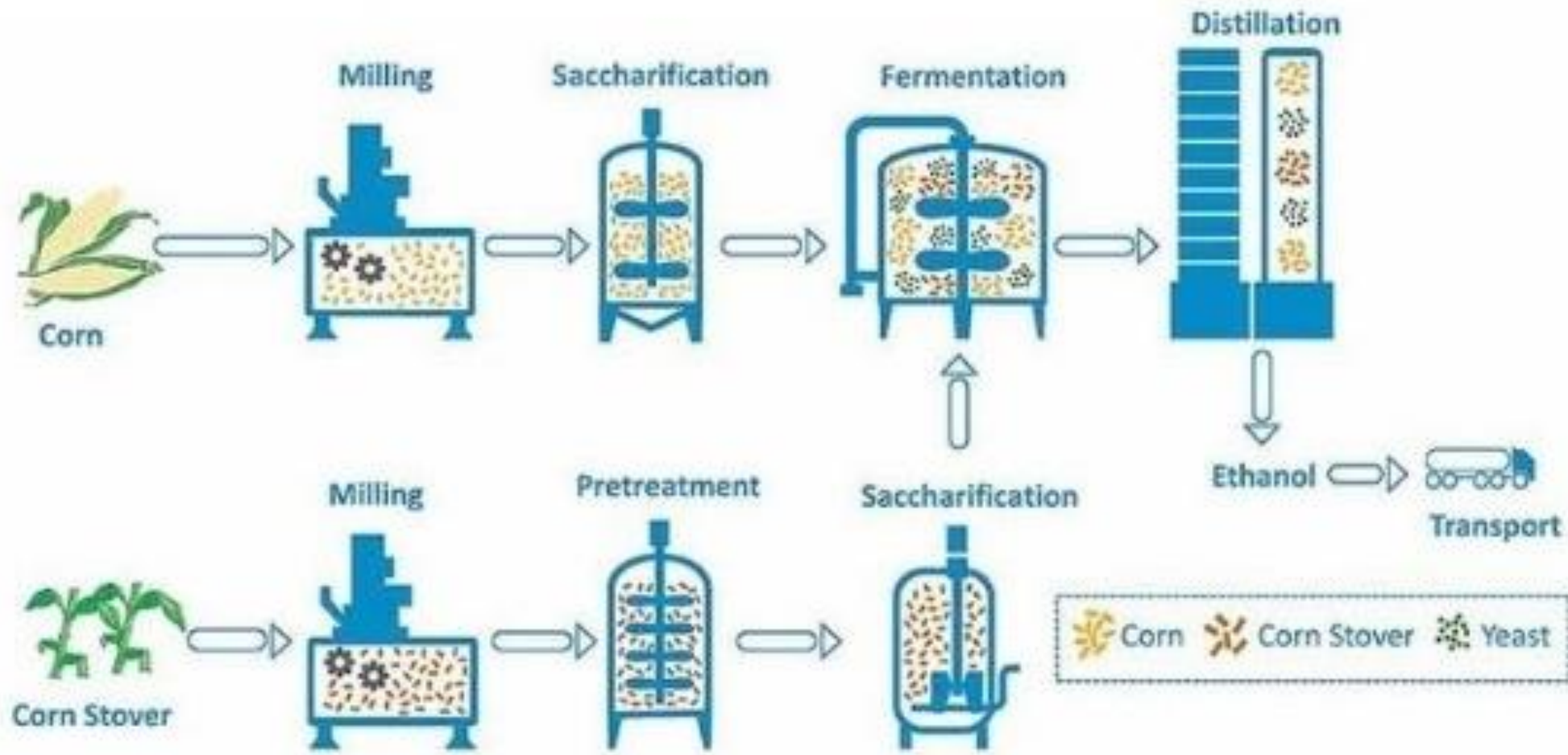
- تستخدم الكحوليات كمحاليل لكثير من المركبات العضوية، حيث تدخل في تركيب بعد المواد العضوية.
- تدخل في تركيب عدد من المنتجات مثل محاليل غسيل الفم، أدوية الكحة، كريمات الحلاقة، الروائح العطرية، المنظفات، و صبغات الشعر.
- تم استخدام كحول الإيثيلي مؤخراً كبديل للبنزين في تشغيل محركات السيارات.



• تنتج الكحولات إما عن طريق تحلل البترول، أو بعملية تخمر السكريات بواسطة الخميرة وتعتبر

أقل في التكاليف من الطريقة الأولى.





العوامل الواجب ضبطها عند إنتاج الكحول الإيثيلي

١. السلالة المستخدمة.

٢. إعداد البادئ.

٣. المواد الخام

٤. تركيز السكر

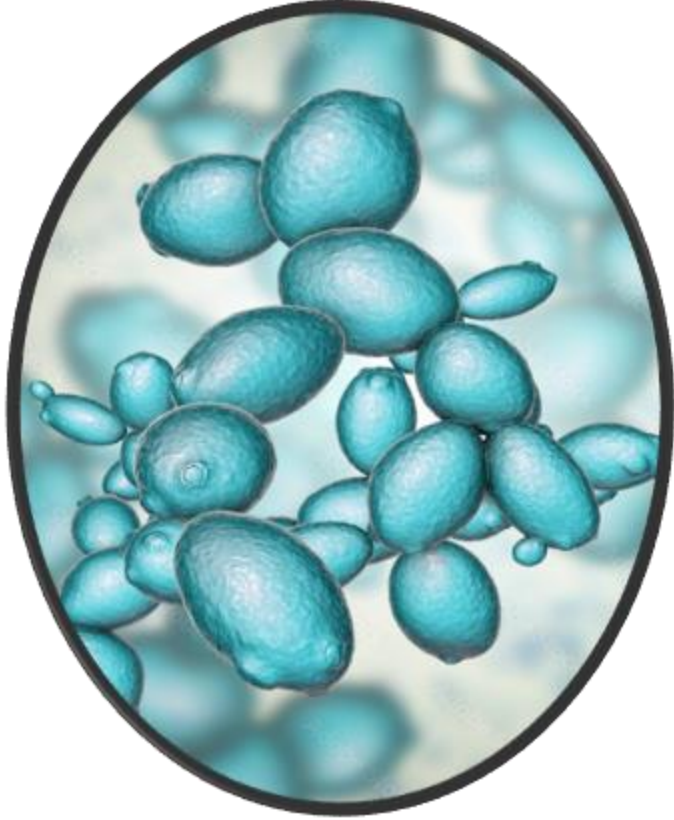
٥. درجة الحرارة.

٦. الرقم الهيدروجيني.

٧. التهوية.

٨. مركبات غذائية أخرى

١. السلالة المستخدمة



- تتم عملية التخمير بواسطة خميرة *Saccharomyces cerevisiae*.
- يجب أن تمتلك السلالة المستخدمة، إلى جانب الصفات الأساسية:
 - كفاءة عالية في إنتاج الكحول وثاني أكسيد الكربون
 - قدرة تحمل عالية للتركيزات المرتفعة من السكر والكحول.

٢. إعداد البادئ

- يُحضَّر من السلالة المنتخبة النقية.، حيث يتم يُجرى تنشيطات متتالية لهذه المزرعة في محلول التخمر المعقم عند درجة حرارة تتراوح بين ٢٥-٣٠°م، وذلك حتى يتم الحصول على كمية كافية من الخلايا لتلقيح ٤ لترات من الوسط الغذائي.
- بعد ذلك، تُنقل خطوات التلقيح من المختبر إلى المصنع، حيث يُلقَّح أول مخمر في المصنع بسعة تتراوح بين ١٠-٤٠ جالوناً، ثم تستمر خطوات الإنتاج حتى يتم تلقيح المخمر الأساسي بالكمية المطلوبة.

٣. المواد الخام

يمكن استخدام العديد من المواد الخام المحتوية على سكريات قابلة للتخمر بواسطة الخميرة ويمكن تقسيمها إلى ثلاث أقسام:

أ. المواد السكرية	ب. المواد السليلوزية	ت. المواد النشوية
مثل: - المولاس - دبس السكر - سكر القصب - مولاس البنجر - عصير الفاكهة	مثل: - الخشب - مخلفات صناعة الورق من الخشب	مثل: - الحبوب - البطاطس

٣. المواد الخام

• تختلف من بلد لآخر تبعاً لتوفرها وانخفاض سعرها وملاءمتها للإنتاج، فمثلاً:

➤ في ألمانيا تستخدم البطاطس.

➤ في فرنسا يستخدم مولاس البنجر.

➤ في السويد تستخدم مخلفات صناعة الورق.

➤ في إيطاليا يستخدم العنب ومولاس البنجر.



٤. تركيز السكر

- يتراوح تركيز السكر المستخدم في هذه الصناعة بين ١٠-١٨٪، مع التركيز المعتاد عند ١٢٪.
- يجب تجنب ارتفاع تركيز السكر بشكل مفرط، لأنه قد يؤثر سلباً على الكفاءة الإنتاجية بسبب تأثيره المثبط على خلايا الخميرة، بالإضافة إلى إطالة مدة التخمير.
- من ناحية أخرى، فإن استخدام تركيز أقل من المطلوب يعد غير اقتصادي نظراً لانخفاض كفاءته الإنتاجية.

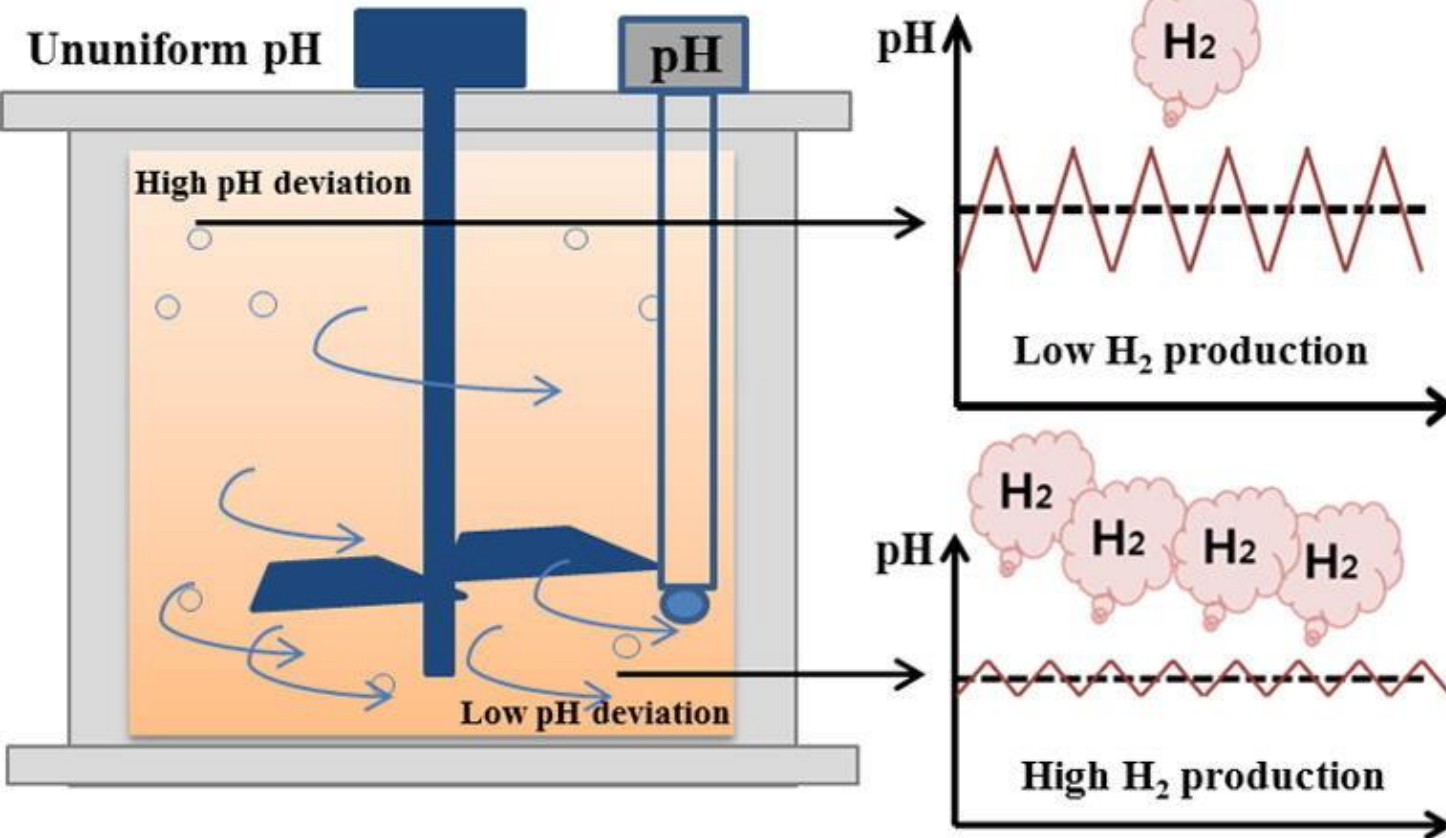
٥. درجة الحرارة

- تقع درجة الحرارة الملائمة بين ٢٥-٢٧ °م.
- للمحافظة على ثبات درجة الحرارة يمرر الماء البارد من خلال مواسير محيطة بجدار المخمر، ويمكن استخدام طرق أخرى حسب نوع وتصميم المخمر.
- يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى **تطاير الكحول**، كما قد يؤدي إلى حدوث تلوث بالبكتيريا.

٦. الرقم الهيدروجيني

- تعتمد هذه الصناعة بدرجة كبيرة على الرقم الهيدروجيني لحلول التخمر.
- درجة الحموضة الملائمة للتخمر هي بين 4 - 5 pH، وهي غير ملائمة لنمو معظم أنواع البكتيريا مما يقلل من احتمال حدوث التلوث البكتيري.
- ولا بد من ملاحظة عدم زيادة الحموضة عن ذلك **لتجنب تغيير مسار التخمر** لإنتاج نواتج أخرى.

٦. الرقم الهيدروجيني



Genus	pH 6.0±0.1	pH 6.0±0.3	pH 6.0±0.5	pH 6.0±0.7	pH 6.0±0.9
<i>Citrobacter</i>	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Clostridium</i>	76.4	42.0	13.1	14.8	8.8
<i>Enterococcus</i>	3.8	2.6	2.2	5.1	3.4
<i>Leuconostoc</i>	0.3	0.2	0.1	0.2	1.2
<i>Lactobacillus</i>	0.4	0.5	1.0	2.1	80.9
<i>Streptococcus</i>	0.0	51.4	80.2	73.3	0.0
<i>Lactococcus</i>	7.4	0.1	0.0	0.0	2.5
Unknown	3.0	0.7	0.7	0.9	0.4
Others (<1%)	6.4	2.6	2.6	3.7	2.8
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

- تحتاج المراحل الأولى في الإنتاج إلى تهوية كافية لإنتاج الخلايا، وهنا يجب تعقيم الهواء وتمريره بالمعدل الأمثل للنمو.
- تتم المراحل النهائية التي يتم فيها إنتاج الكحول في ظروف لا هوائية.

٨. مركبات غذائية أخرى

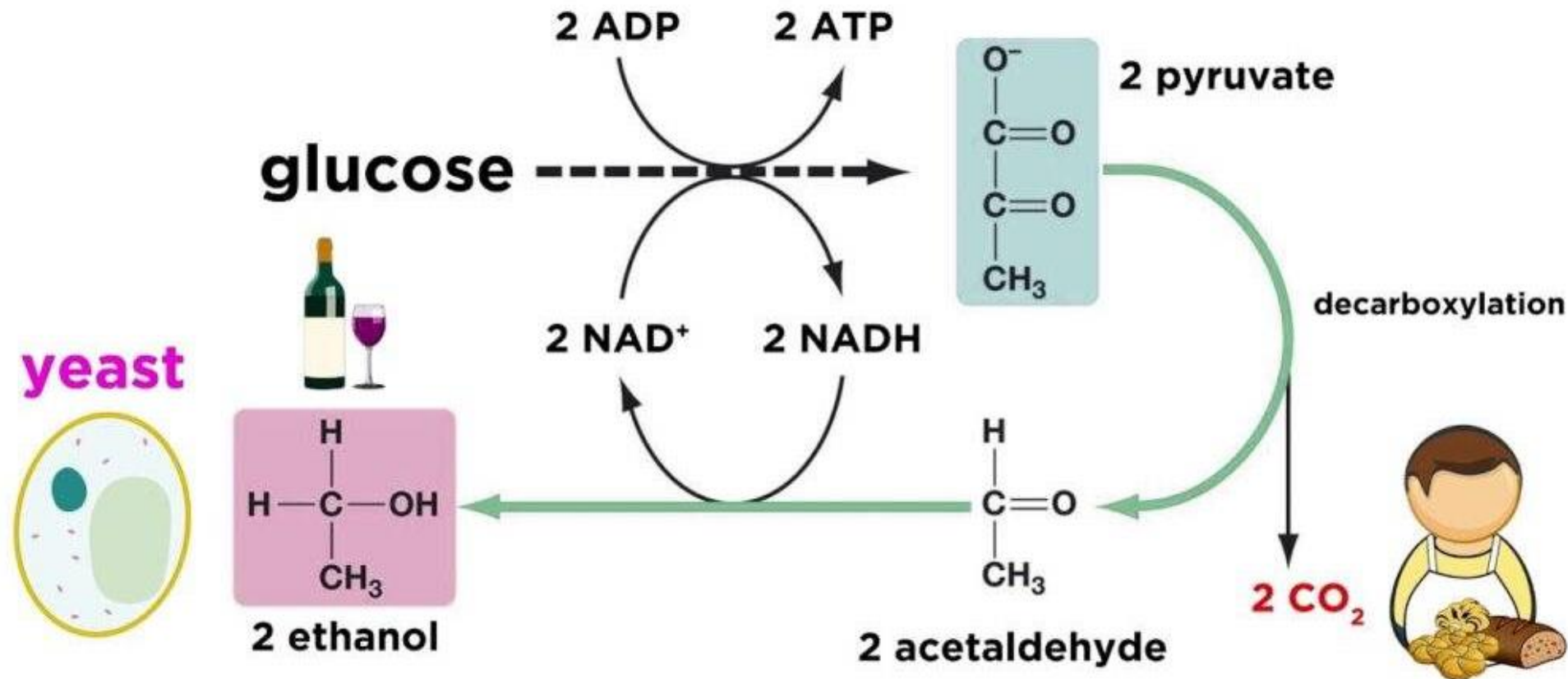


- يحتوي المولاس على معظم العناصر الغذائية اللازمة للتخمير .
- يضاف أحياناً أملاح الأمونيوم في صورة كبريتات، أو فوسفات الأمونيوم إلى محلول التخمير كمصدر للنيتروجين والفسفور ، على التوالي.

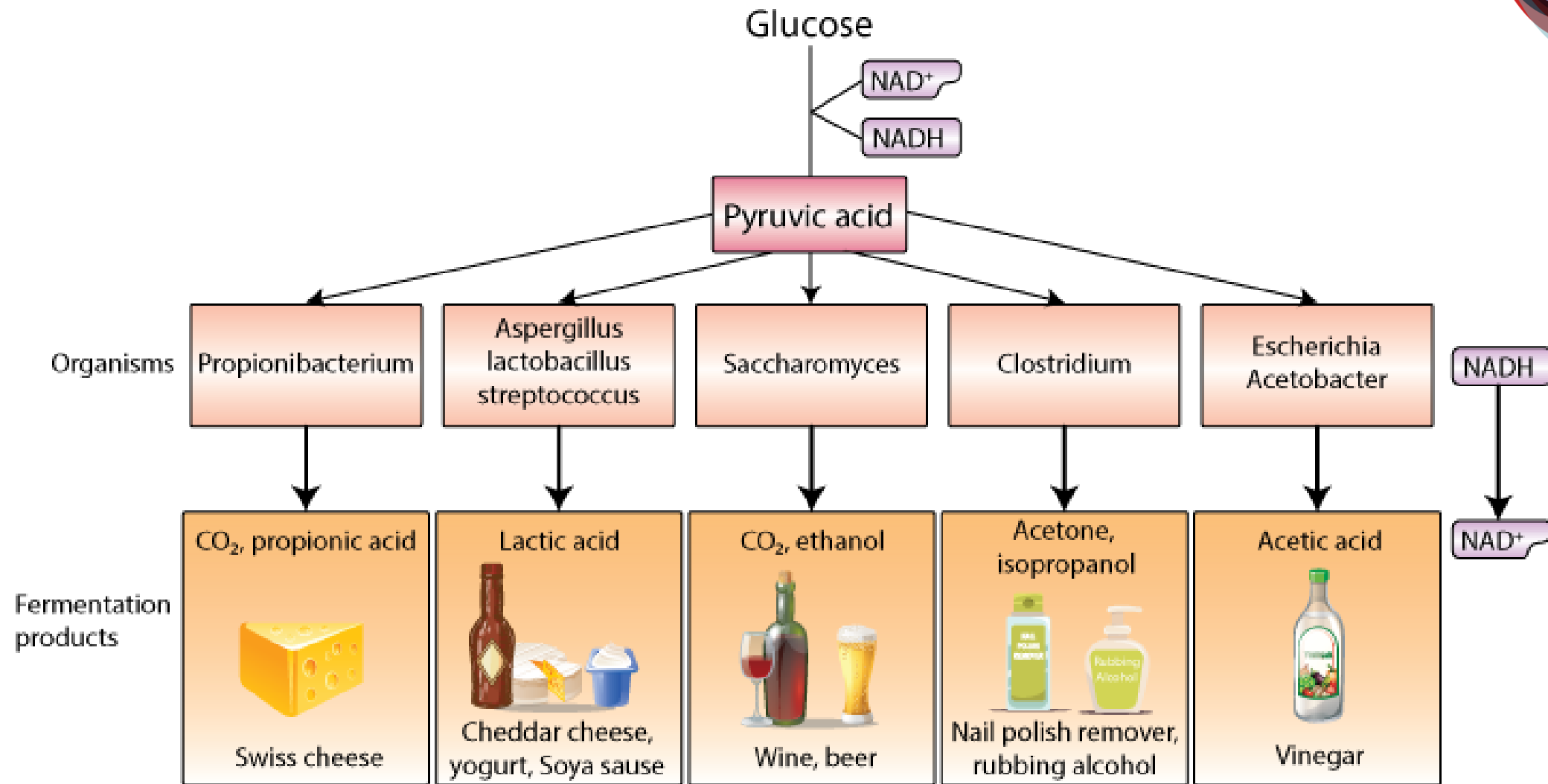
عملية التخمير Fermentation

1. يلحق المخمر بالبادئ بالكمية الملائمة لحجم المخمر، بعد تجهيز المواد الخام وضبط كل الظروف الملائمة لإتمام عملية التخمير.
2. تستنفذ الخلايا الأكسجين الذائب في سائل التخمير ثم تتجه إلى الظروف اللاهوائية.
3. تنشط الخلايا لإنتاج الكحول الإيثيلي .
4. تتم عملية التخمير عادة في حوالي ٥٠ ساعة أو أقل على حسب الطريقة المستخدمة، ودرجة الحرارة، وتركيز السكر.

Fermentation عملية التخمير



Fermentation عملية التخمير



تقطير الكحول Distillation

١. تفصل الخميرة بجهاز الطرد المركزي حيث يمكن استخدامها في تغذية الحيوانات.

٢. يتم فصل الكحول بالتقطير ويصل تركيزه في المرحلة الأولى من التقطير إلى ٦٠-٩٠٪.

٣. يركّز الكحول بإمراره على وحدات تكرير وتكثيف حتى يصل ٩٥٪.

٤. وقد يجري للكحول الناتج عمليات تجفيف إضافية Dehydration للحصول على الكحول المطلق.

٥. يجمع CO_2 المتصاعد ويعبأ في أسطوانات حيث يستغل في إنتاج الثلج الجاف

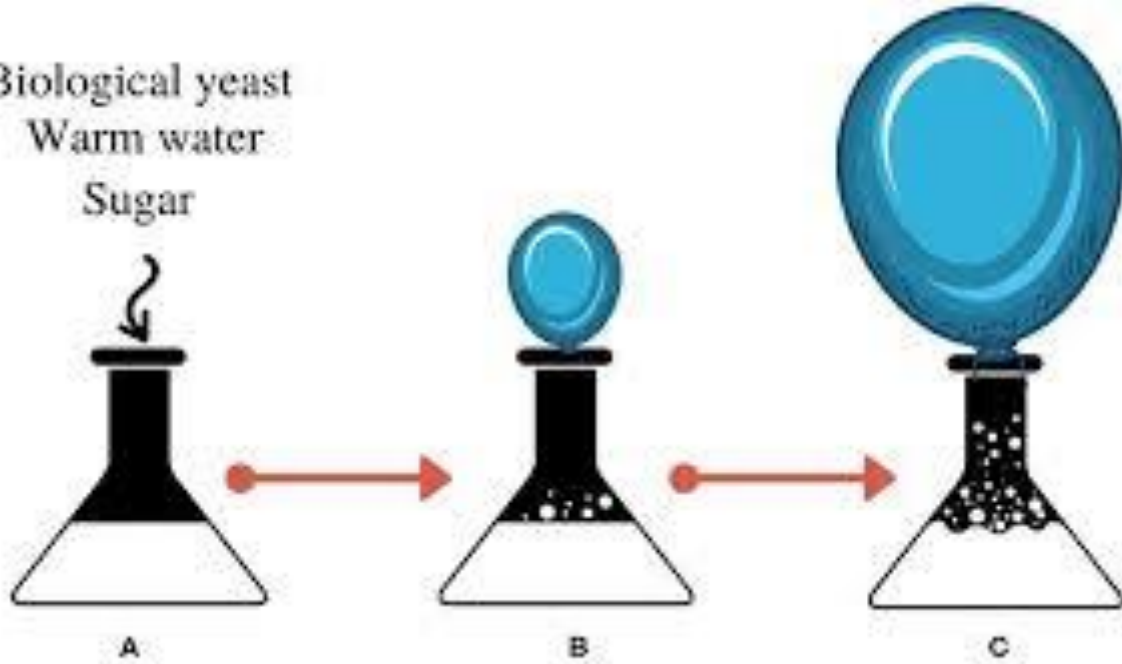
التجربة ٤: انتاج الكحول الإيثيلي والكشف عنه

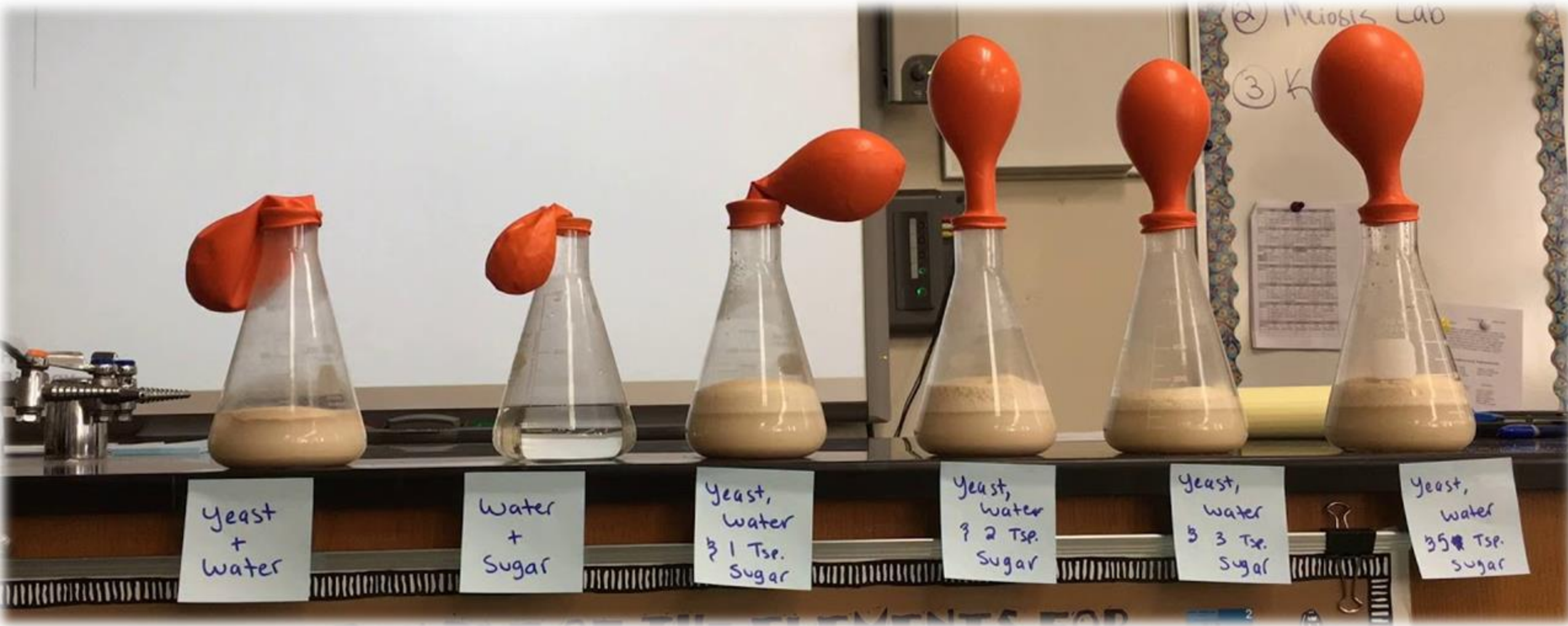
الأدوات



- ميزان
- خمس بالونات
- خمس دوارق
- ورق ترشيح (لوزن السكر)
- ١ جم خميرة
- ٦٠٠ مل ماء مقطر
- سكر

Biological yeast
Warm water
Sugar





alalabbad@ksu.edu.sa