

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المركز الجامعي بالوادي

معهد العلوم والتكنولوجيا

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ليسانس أكاديمي

مجال: علوم وتقنيات

فرع: هندسة طرائق

تخصص هندسة طرائق

من إعداد: - حفيضة ترعة

- نسرين خلف

الموضوع

استخلاص الايثانول عن طريق تخمر التمور
(التخمر الكحولي لتمر الغرس)

نوقشت يوم: 2010/06/28

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

رئيس
مناقش
مؤطر

أستاذ مساعد ب
أستاذ مساعد ب
أستاذ مساعد ب

بن مية عمار
نموسة يحي التجاني
وصيف خالد محمد الطيب

الفهرس

المقدمة العامة

الفصل الأول: التمر

1	1- مقدمة
1	2- غراسة النخيل
2	1-2 غرس النخيل
2	3- التمور
2	1-3 إنتاج التمور في الجزائر (الواحات)
5	2-3 واحات إنتاج التمور
5	3-3 بعض أنواع التمور
7	1-3-3 دقلة نور
7	2-3-3 الغرس
8	4- مكونات و تركيب التمر
8	1-4 السكريات
9	2-4 الفيتامينات
9	3-4 المعادن
10	4-4 البروتينات
11	5-4 الدهون
11	6-4 الأنزيمات
11	7-4 الماء
11	5- مشتقات التمر
12	1-5 السكر السائل
12	2-5 مربى التمر
12	3-5 الكحول الطبي
13	4-5 الخل
13	5-5 الخميرة
13	6- فوائد التمر الغذائية و العلاجية
14	7- الخاتمة

الفصل الثاني: السكريات

15	1 مقدمة
15	2- تعريف السكريات
15	3- تصنيف السكريات
16	1-3 سكريات البسيطة (الأحادية)
16	1-1-3 خواص السكريات الأحادية
16	1-1-1-3 التحويل الضوئي
16	2-1-1-3 نزع الماء
16	3-1-1-3 تكوين الجليكوسيد

16	4-1-1-3 الخاصية الاختزالية للسكريات الأحادية
17	5-1-1-3 تفاعلات الإضافة للسكريات الأحادية
17	6-1-1-3 التخمر
17	7-1-1-3 تكوين الاستر
17	2-1-3 تقسيم السكريات البسيطة
17	1-2-1-3 الغلوكوز (سكر العنب)
18	2-2-1-3 فركتوز (سكر الفواكه)
19	2-3 السكريات المركبة
19	1-2-3 المالتوز
19	2-2-3 اللاكتوز
20	3-2-3 السكروز
20	3-3 السكريات المتعددة
20	1-3-3 السكريات المتعددة المتجانسة
20	1-1-3-3 النشاء
21	2-1-3-3 الجليكوجين
21	3-1-3-3 السيليلوز
22	4-1-3-3 الكيتين
23	2-3-3 السكريات المتعددة الغير متجانسة
23	1-2-3-3 حامض الهيبورونيك
23	2-2-3-3 الهيبارين
23	4-أهمية السكريات
24	5- الخاتمة

الفصل الثالث: التخمر الكحولي

25	1-المقدمة
25	2- الكحولات
26	1-2 خواص الكحولات
26	1-1-2 الخواص الطبيعية للكحولات
27	2-1-2 الخواص الكيميائية للكحولات
28	3- التخمر
30	1-3 أنواع التخمر
30	1-1-3 التخمر الهوائي
32	2-1-3 التخمر اللاهوائي
32	4- التخمر الكحولي
34	1-4 آلية التخمر الكحولي
35	2-4 التفاعلات الكيميائية
37	5- أهمية صناعة الايثانول
38	1-5 أغراض سياسية و إستراتيجية
39	2-5 أغراض اقتصادية

39	3-5 أغراض بيئية
39	6- الخاتمة
	الفصل الرابع: الجزء العملي
40	1-المقدمة
40	2- المواد و الأدوات المستعملة
40	1-2 المواد النباتية
40	2-2 المواد البيولوجية
41	3-2 الأدوات المستعملة
41	1-3-2 جهاز الـ pH متر
42	2-3-2 محك مغناطيسي
43	3-3-2 مفاعل حيوي
44	4-3-2 جهاز التقطير
44	3- طريقة العمل
45	4- التجارب
45	1-4 التجربة الأولى
45	1-1-4 تحضير عصير التمر 01
46	2-1-4 تخمير عصير التمر 01
47	2-4 التجربة الثانية
47	1-2-4 تحضير عصير التمر 02
47	2-2-4 تخمير عصير التمر 02
48	3-4 التخمير
49	1-3-4 التخمير الهوائي
49	2-3-4 التخمير اللاهوائي
49	4-4 عملية التقطير
51	5- النتائج المتحصل عليها
52	6- حساب المردود
52	7-مناقشة النتائج
53	8- الخاتمة
54	الخاتمة العامة

شكر و عرفان

شوقي :

قال الأمير أحمد

كاد المعلم أن يكون رسولا
يبني و ينشئ أنفاسا وعقولا

قم للمعلم و فه التبجيلا
أعلمت أشرف أو أجل من الذي

إلى كل من كادوا أن يكونوا رسلا في مشوارنا الدراسي، كل المعلمين
والأساتذة أتقدم لهم بجزيل الشكر و العرفان.
إلى الأستاذ المشرف: وصيف خالد محمد الطيب. شكرا على دعمك و
توجيهك، و على تفهمك و صبرك لنا، لك منا خالص الشكر والتقدير.
كما نتقدم بشكر خاص إلى: كل المشرفين على المخبر بمعهد العلوم و
التكنولوجيا بالوادي على ما قدموه لنا من مساعدة أثناء العمل
المخبري.

إلى كافة الزملاء و الزميلات من قسم سنة الثالثة هندسة طرائق .
إلى الطاقم الإداري بمعهد العلوم و التكنولوجيا بالوادي.
و كل من ساعدنا من قريب أو من بعيد في انجاز هذا العمل.

حفظة * نسرين

مقدمة عامة

يعتبر التمر من أهم المحاصيل الزراعية بالنسبة لسكان المناطق الصحراوية عامة وسكان ولاية الوادي بصفة خاصة بالإضافة الى القيمة الغذائية الهامة التي يحتويها التمر عند تناولنا له. فالنخلة يمكنها النمو في الأراضي الصحراوية القاحلة ومقاومتها للبرد والجفاف والملوحة الشديدة.

كما تفيد إحصائيات الجزائر الى أن إنتاج النخيل يمثل حوالي 14 مليون نخلة وذلك في مساحة تقدر بأكثر من 100 ألف هكتار من الواحات. وهذا دليل على وجود تنوع كبير وهام من التمر.

وبما أن التمر يعتبر مادة خام للعديد من الصناعات التحويلية والتي تعتبر مواد تجارية لها مكانتها في السوق والتي من أهمها: السكر السائل- العصير- الخل- الخميرة بالإضافة الى الكحول.....الخ وذلك لاحتواء التمر على نسبة عالية جدا من السكريات والتي هي أساس هذه التفاعلات التحويلية، فالكحول المنتج من تخمر التمر له أهمية كبيرة في الحركة الصناعية حيث تتمثل أهميته في انه يمكن استعماله في العديد من المجالات التي من أهمها الطب، الجراحة، الكيمياء الصناعية، العطور.....وغيرها.

فالايثانول يمكننا استخلاصه من المواد الغنية بالجليكوز(كالتمر) وفي وجود الماء والحرارة العالية ووسيط يتمثل في الخميرة (الخبز او البيرة).

إن الكثير من الدول المتطورة تعتمد في صناعة الايثانول على قصب السكر والذرى والقمح.....إلا أن الجزائر و بفضل ما تحتويه من نسب معتبرة من التمور فيمكنها استغلالها في إنتاج الكحول الايثيلي حيث أن كل 200 كغ من هذه التمور تنتج حوالي 20 لتر من الكحول النقي ذو الجودة العالية. فإتباع هذه الإستراتيجية سيمثل الحل الأمثل للتخلص من بقايا التمور التالفة والتي وتفق في بعض الأحيان 30% من الإنتاج السنوي أي ما يعادل 120.000 طن، الذي يمكننا الاستفادة منه وتحويله الى كحول والمساهمة في اقتصاد الدولة.

وفي عملنا المتواضع هذا حاولنا تحضير الكحول الإيثيلي من تمر الغرس المحلي وقد تم اختيارنا لهذا النوع بالذات لاحتوائه على نسبة كبيرة من السكر والذي يمتاز بسرعة تحلله، حيث يمكن بواسطة تقنية التخمر الكحولي إنتاج كميات هائلة من الكحول الايثيلي سنويا.

والهدف من هذه الدراسة استخلاص الايثانول من التمر هو إعطاء قيمة وأهمية لتمورنا المحلية (الغرس).

وقد قسمنا هذا العمل المتواضع إلى أربعة فصول , الفصل الأول تطرقنا فيه إلى دراسة نظرية للتمر و الفصل الثاني و تناولنا من خلاله موضوع السكريات و الفصل الثالث الذي تناولنا فيه موضوع التخمر الكحولي أما الفصل الرابع خصصناه للعمل التجريبي حيث وضحنا طريقة تحضير الايثانول و كذا دراسة مردود التخمر.

I- التمر

1- مقدمة:

من منا لا يعرف طيبة القلب الأم والعمة والخالة التي لا تفرق بين الصغير بصغره والكبير بهرمه من منا لا يعرف الباسقة إنها الشجرة الطيبة التي ينبغي أن نتدبر خلق الله فيها, حيث لا يمكننا الحديث عن التمر دون ذكر النخيل التي تمثل المصدر الأساسي للتمر, و في هذا الفصل سوف نقوم دراسة نظرية مبسطة حول التمر نتناول فيها غرس النخيل, إنتاج التمور و واحات إنتاجه في الجزائر, بالإضافة إلى بعض أنواع التمر و مكوناته, مشتقات التمر و كذا فوائده الغذائية و العلاجية.

2- تاريخ غراسة النخيل :

إن تاريخ زراعة النخيل يعود إلى أكثر من عشرة آلاف سنة واهم بلاد التمر والعناية به الجزائر المغرب العراق مصر السعودية وإيران كما أن زراعة النخيل تمتد من غرب إفريقيا إلى حوض نهر السند ومنها انتشر في الهند والشرق الأقصى ومن الآراء أن التمر موطنه الأصلي بلاد الخليج ومنه إلى بابل ويتوقف نجاحه على طريقة السقي و كفاءات الاسماء و التمور أنواع في المنطقة ونسبة الرطوبة والمناخ كذا درجة الحرارة وأنواع التمور هي : دقلة نور, مش دقلة, الغرس, تقازة و الفرانة و غيرها ومن كفاءات زراعة النخيل يزرع النخيل من النوى في التربة في موسم الأزهار أي الربيع وبداية الخريف وبداية الصيف فتنبت على شكل نبتت لا زعف لها ولا شوك فبعد مرور من شهر إلى شهر ونصف تصبح على شكل نخلة فسييلة مشكلة في التربة عرقا على شكل مسمار مما يدعو بنا للقول أن النخلة النابتة من النوى تعيش وتصدر على العطش كما أنها تكبر بسرعة وتهرم إلا أنها غالبا ما تكون ذكار أي ذكر النخلة ومن العمليات التي تغير من نوعها حتى لا تكون ذكر شق جريدها قبل البلوغ غرس النوى مع التمرة وضع التمرة في الزيت لمدة 40 يوما.

2-1- غرس النخيل :

يغرس النخيل من فسائل النخلة الموصولة بأمرها حيث يتم نزعها بلطف وثبات ثم يتم وضعها في الظل لمدة ثلاثة أيام وتدفن بالتربة أو تغرس مباشرة وتتم عملية الغرس كالتالي: حفر حفرة من 50 إلى 60 سم توضع الفسيلة على شكل مائل شرقا أو غربا تدفن حتى المكان التي وجدت فيه ثم توضع على جوانبها الرمال حتى لا يتسرب لها الهواء يربط الجريد الموجود بها أو يقطع حتى لا يتسبب في تحريك القلب تتواصل عملية السقي لمدة 40 يوما.

3- التمور :

عرفت زراعة النخيل في الجزائر منذ زمن بعيد حيث تدل الدراسات التي أجريت في صحرائنا على أن منطقة الواحات كانت تعرف نشاطا اقتصاديا ضخما تمثله شبكة تجارية متطورة بين مختلف القبائل و الأسواق التجارية , فمنطقة "عين صالح" كانت تستقبل البضائع التجارية الوافدة من "نهر السنغال" و صحراء "منغولا و السند" بالهند حيث كانت التمور سلع تبادلية أساسية و بعد فتح الإسلام لإفريقيا و جنوب الصحراء كانت تستقبل الوفود الحجاج من و إلى البقاع المقدسة , رغم الزراعة المختلفة التي تعرفها المناطق الصحراوية إلا أن زراعة نخيل التمور تعد الزراعة الإستراتيجية في منطقة الواحات حيث تمتد على مساحة تقدر ب 100120 هكتار و على أكثر من 11 مليون و 500 نخلة سنة 1999 و هذا ناتج عن الدعم الذي قدمته الدولة للفلاحين لتنمية هذا القطاع. [1]

3-1- إنتاج التمور في الجزائر (الواحات) :

ككل المنتجات الزراعية فإن إنتاج التمور يتصف بالتعقيد من حيث اختلاف الظروف الطبيعية و منها المرتبطة بعامل المناخ و المياه و الانعزال النسبي للواحات عن بعضها البعض. ففي سنة 1885 كتب "Charles Féraud" في هذا الصدد: "إن للنخيل في سوف قيمة لا تضاهيها قيمة عند مثيلاتها في أي مكان من العالم". على عكس باقي أنواع النخيل في العالم، وحتى على عكس بعض المناطق في الجزائر أين يتم السقي على السطح بمياه الأمطار أو بالمياه الجارية، فإن نخيل واحات سوف تتغذى من مياه نقية وصحية مباشرة من عروقها وبدون أي تدخل لأية عملية سقي اصطناعية، بالإضافة إلى ذلك فإن المياه التي تتشربها النخلة

يتم تصفيتها عبر طبقات الأرض الرملية والتي تعطي التمر طعما نقيًا وطبيعيًا وينعكس ذلك إيجابيًا على وقت تصبيره. تأتي تسمية التمور بدقلة نور البعلي من هذه الخاصية في قالبها الثقافي، قديمًا، كان حفر أجدادنا الأوائل يدويا حفرا كبيرة لكي يصلوا إلى الطبقة الأولى من مستوى المياه، وزرعوا النخيل وطوروا نشاطات عديدة أخرى كلها مشتقة من النخيل، وكانوا في نفس الوقت يحاربون ظواهر التصحر وزحف الرمال بفعل الرياح القوية التي تقذف بأكوام كبيرة من الرمل إلى داخل بساتينهم خاصة في فصول الربيع والصيف.

الولاية:	دقلة نور "طن":	الغرس (تمر) رطب ("طن":	دقلة بيضاء (تمر) جاف ("طن":	الانتاج الاجمالي "طن":
ادرار	00	00	572000	572000

4410	2070	199	350	اغواط
6510	4870	1430	210	باتنة
1196660	292280	143760	769620	بسكرة
94890	94890	00	00	بشار
47930	47930	00	00	تمنراست
10360	1740	4000	4620	تبسة
400	50	100	250	جلفة
2500	2500	00	00	مسيلا
708610	66740	207760	434110	ورقلة
8750	00	8750	00	البيض
8710	8000	620	90	اليزي
500	00	500	00	تندوف
123691	105820	234920	985450	الوادي
7970	1480	4880	1610	خنشلة
1880	190	1690	00	النعامة
276000	131400	38600	106000	غرداية
4184270	1331960	640000	2212310	الانتاج الاجمالي "طن":

جدول (3-1): إنتاج التمر في الجزائر في الفترة مابين (2001/2000). [1]:

3-2- واحات إنتاج التمر :

تعتبر الواحات المتفرقة عبر ربوع الصحراء الجزائرية المناطق الزراعية الرئيسية لنخيل التمر و يمكن تصنيفها كما يلي : [2]

*الزيبان : بسكرة , طولقة , بوسعادة.

*وادي سوف : الوادي.

*وادي ريغ : ورقلة , تقرت.

*واحة واد ميزاب.

*توات : ادرار , رقان .

*قورارة : تميمون .

*ساوره : بشار .

*الهقار : تمنراست.

*تيديلكت : عين صالح.

*تادميت : المنيعه .

3-3- بعض أنواع التمر :

تختلف أنواع التمر العديدة باختلاف مكان غرسها، وهي متواجدة أساسا في المناطق الحارة والجافة من العالم، وتختلف تسمياتهم من منطقة إلى أخرى حسب التقاليد والأعراف الخاصة بكل منطقة، وهذه بعض الأسماء لأنواع معروفة ومتداولة في منطقة سوف التي تنتمي إلى واحات جنوب شرق الجزائر على الحدود التونسية.

حيث يوجد في الجزائر (800-950) نوع أو صنف من التمر إلا انه يمكن تصنيف أهمها حسب الخصائص التالية: [1]

دقلة بيضاء مش دقلة تين ناصر	التمور الجافة
-----------------------------------	---------------

دقلة نور تافزوين تمجوهرت أزرزة	التمور النصف جافة
---	-------------------

الغرس آدالة بنت أخبالة	التمور اللينة
------------------------------	---------------

سنوضح هذه الأصناف وخصائصها و أماكن تواجدتها في الجدول التالي :

أصناف التمور	الخصائص	مناطق الزراعة
دقلة نور	نصف لينة	صحراء السفلى ¹
غرس	لينة	صحراء السفلى
دقلة بيضاء	جافة	واد ريغ
مش دقلة	جافة	زيان
تفزوين	لينة	ورقلة/شبكة
بنت خبالة	لينة	ورقلة/شبكة
آدالة	لينة	شبكة
تيمجهورت	نصف لينة	شبكة/قورارة
حمراية	نصف لينة	توات /ساورة
تفزة	نصف لينة	تيدكلت
أزرزة	نصف لينة	شبكة
ورقلية	نصف لينة	ورقلة، واد ريغ
تين ناصر	جافة	تيدكلت، توات
تقربوشت	نصف لينة	توات/قورارة

جدول (2-1) : يوضح أصناف و خصائص التمور و أماكن تواجدتها . [1].

3-3-1- دقلة نور : كما يدل عليها اسمها، فهي أجود التمور وذات النوعية الرفيعة المطلوبة في كل مكان من العالم، مذاقها معطر مع نكهة العسل، تأكل كما هي أو محشوة في أكياس (بطانة).

3-3-2- الغرس : نوع ممتاز جدا، بطعم الكراميل، يحشى في الغالب في أكياس ليصبر ويبقى لأوقات طويلة. وهو مطلوب ومثالي في تحضير الحلويات الشرقية، وكذلك في بعض صلصات الكسكسي أو المعجون، كما يعطى كغذاء كامل للأطفال الصغار بعد عجنه ومزجه بالماء. آخرون فضلوا أن يبلعوه كما هو ليحافظوا على توازنهم الغذائي. بالإضافة إلى العديد من الأنواع الأخرى منها :

البلح : هو أول مراحل نضج التمر، يكون صغيرا أخضرا غير تام البلوغ بطعم مميز.
البسر : ذو اللون الأصفر أو الترابي حسب الأنواع، وهو التمر في ثاني مراحل نضجه، ويمكن أكله لما يتوفر فيه من فوائد صحية.

دقلة بيضاء : تمر جاف ولكنه طري .

الحشف : تمر جاف جدا ويعطى كعلف للماشية .

حمراية : تحمل أسمه من لونه الأحمر الفاقع، جيدة ومعتدلة .

تكرمست : تمر مدور وأسود، ورخي .

تينيسين : تمر أسود مستطيل، معتدل في حلاوته، بمذاق عنبري .

يستغل التمر كذلك كعلف للماشية، نقصد بذلك النواة بالدرجة الأولى وكذلك التمور التي تهلك بفعل تقلبات الجو الذي يمنع في بعض الأحيان نضجه في أوقاته، أو التي تهلك وهي ناضجة على النخل.

تجدر الإشارة إلى أن هناك أنواعا من التمور تغرس خصيصا لتكون علفا للماشية.

بالإضافة إلى إنتاج التمور، فإن لأجزاء النخلة استعمالات عديدة يصعب حصرها، مثلا:

تستغل الجذوع كأعمدة للبناء، والأطراف كمادة للتدفئة، والجريد كغطاء للأسقف، وسعفها

لصناعة الحصير والقفاف وحتى لبها يستخرج منه عصير له مذاق مميز .



الشكل (3-1): شكل يمثل صورة لتمر دقلة نور و النخلة المنتجة لدقلة نور.

4- مكونات وتركيب التمر :

إن التمر يحتوي على عناصر و مواد لا تحصى و نذكر على سبيل المثال السكريات, الفيتامينات, المعادن, الماء.... وغيرها من المكونات التي يحتاجها الجسم في وظائفه الحيوية

4-1- السكريات : أجرى العديد من الباحثين والعلماء في العديد من البلدان أبحاثا حول التمر حيث توصل والى أن التمر يحتوي على ثلاثة أنواع من السكريات و هي السكروز و الجلوكوز و الفركتوز و هذا لا يستبعد أيضا وجود سكريات أخرى بكميات صغيرة مثل السيليلوز: حيث يعتبر السيليلوز العنصر الأساسي المتواجد في جدران الخلايا لحبة التمر و تمثل نسبة السيليلوز المتواجدة بالتمر 3.55 % من الوزن الطازج [3], وكذا الجالاكتوز, سكر العنب ... وغيرها. و تختلف نسبة السكريات التي تحتوي عليها التمور من صنف إلى آخر و تتراوح بين 50 % إلى 85 % من الوزن الكلي للتمر وهي سكريات سهلة الهضم و الامتصاص و التي تعطي طاقة كبيرة مفيدة للجسم [3].

النوع:	نسبة السكر في التمر "%":	نسبة السكروز "%":

6.3	85.28	الغرس	تمر رطب:
46.11	71.37	دقلة نور	شبه رطب
30.36	74	دقلة بيضاء	تمر جاف:
50.07	80.07	مش دقلة	

الجدول (3-4): نتائج تحليل السكريات في بعض أصناف التمور [3].

4-2- الفيتامينات : بصفة عامة فان نسبة الفيتامينات المتواجدة بالتمر منخفضة مقارنة مع

المتطلبات الموصى بها و هي تتواجد بصفة أساسية في اللب

4-3- المعادن : إن التمر يحتوي على معظم أنواع المعادن تقريبا فالتمر غني بالبوتاسيوم و

الكالسيوم ,الحديد ,المغنيزيوم ,الزنك ,النحاس و المنغنيز...

الكمية بـ مغ/100مغ من الوزن الطازج	الفيتامينات :
0,45	Acide ascorbique(c)
0,32	Thiamine (B1)
0,10	Riboflavine (B2)
1,60	Niacine
0,62	Caroténoïdes

الجدول (4-4): يبين الفيتامينات التي يتكون منها اللب [4].

Eléments minéraux	Variétés		
	Chars	Tanslit	Litm
Potassium (K)	664	435	452
Chlore (Cl)	256	176	157
Calcium (Ca)	80,50	60,10	61,20
Magnésium (Mg)	17,38	20,61	20,20
Fer (Fe)	2,03	0,83	1,30
Sodium (Na)	2,03	0,83	1,30
Cuivre (Cu)	1,92	0,99	1,10
Manganèse (Mn)	2,10	1,20	1,50

جدول (5-4): جدول يلخص مختلف المعادن التي يحويها التمر: [4].

4-4- البروتينات : تتواجد البروتينات في التمر بنسبة منخفضة حيث تتواجد بصورة خاصة معظمها في النواة و بنسبة تتراوح ما بين 0.39% و 2.5% [3].

4-5- الدهون: توجد الدهون في التمر بكمية يبلغ متوسطها 0.13% إلى 1.9% من الوزن الطازج للتمر [3].

4-6- الأنزيمات: يحتوي التمر على مجموعتين من أنزيمات الانفرتيزو هي اندوانفرتيز و اكزوانفرتيز ,حيث هذا الأنزيم يلعب دورا أساسيا في استقلاب السكروز في الأنسجة النباتية و تأثيرها مركز على السكريات التي يحويها التمر و بالأخص الغلوكوز و الفركتوز و تتأثر بالرطوبة العالية و درجة الحرارة العالية أيضا التي تعزز نشاطها [3].

4-7- الماء: يختلف محتوى الماء في التمر و على حسب المناخ الذي تتواجد به نخلة التمر إذ تتراوح بين 8% و 30% من الوزن الطازج [3].

Constituants	Teneur en %
Eau	6,46
Glucides	62,51
Protides	5,22
Lipides	8,49
Cellulose	16,20
Cendres	1,12

جدول (4-6): جدول يبين باقي محتويات التمر : [4]

5- مشتقات التمر :

وتأخذ صناعة التمر بعدا تجاريا آخر، حيث يمكن أن توفر عملا جديدا لراغبي أخذ العمل السريع كفكرة مشروعات الامتياز. franchise حيث يلبس التمر عباءة التسويق الحديث خصوصا في طرق التغليف الجذابة وطريقة العرض. فعلى سبيل المثال تنتشر اليوم محلات "بتيل" في 13 بلدا حول العالم العربي والإسلامي لتقدم منتجاتها المختلفة بدءا من التمر العادي والتمر منزوع النوى والمحشو بحشوات مختلفة. حيث تلتنقي الثقافة العربية مع الثقافة الغربية في عدة أوجه وصور. فبداية ومع طريقة عرض التمر وحشوه ترى بجانبه عصير

التمر الفوار الممزوج بالتفاح والنعناع، ومربي التمر بمختلف النكهات، وبسكويت التمر. غير أن أسلوب العرض والتغليف يرفع من قدر الهدية. وتوجد لهذه المحلات مزارع موجودة في منطقة الأحساء. كما لديها العديد من علب التغليف الراقية والغريبة كعلبة منقوش عليها خارطة الخليج العربي، والسلال. إضافة إلى شرائط التغليف الملونة التي يمكن اختيار ما يناسب الحدث. ومن أهم مشتقات التمر هي: [5]

5-1- السكر السائل :

يتم إنتاج السكر السائل من التمر باستخدام وسائل تكنولوجية حديثة التي تعتمد على استخلاص سكريات التمر بعد التخلص من المواد غير السكرية والبروتينات والأحماض والأملاح والصبغيات باستخدام طريقة المبادلات الأيونية، يلي ذلك تبخير المحلول السكري الناتج تحت تفريغ هوائي والحصول على محلول سكري تركيزه 72% ويمكن فصل الجلوكوز عن الفركتوز والحصول على الفركتوز الطبي أو على السكر عالي الفركتوز ومن خلال هدرجة الفركتوز تحت ظروف تصنيعية خصوصاً من الضغط العالي، يمكن الحصول على السوربيتول والمانيتول، ويستفاد من الفضلات الناتجة كالنوى والألياف والقشور في صناعة الأعلاف بعد مزجها وتجفيفها وطحنها، كما أن طناً من التمر يعطي 570 كغ من السكر السائل [5].

5-2- مربي التمر:

يصنع المربي بطرق عدة تبدأ بنزع النوى سواء أكان في مرحلة البسر أو النضج، وينقع في شراب سكري بتركيز 70%. ومن ثم تترك لمدة عشرة أيام للتخمير تحت درجة حرارة عادية وتغلى بعد ذلك لإيقاف التخمير وتعبأ للاستخدام التجاري [5].

5-3- الكحول الطبي :

تستخدم التمور الرديئة والتمور التي يمضي على إنتاجها عام أو أكثر في تصنيع الإيثانول، و تتضمن عملية التصنيع استخلاص المادة السكرية من التمر على صورة عصير وترشيحه لإزالة الشوائب ثم يبستر العصير ومن ثم يخمر في مستودعات خاصة للتخمير ويتم تقطيره و تعبئته، ويستعمل كوسط للتخمير الكحولي في عمليات التخمير الصناعية، ويعطي الطن

الواحد من التمر ما يعادل 270 لتر من الكحول الإيثيلي النقي الذي يكون تركيزه 25.96%,
و يستخدم الكحول المنتج لأغراض طبية أو صناعية [5].

4-5- الخل:

تتم صناعة الخل عن طريق تخمير سكريات التمر وتحويلها إلى كحول إيثيلي بفعل أحياء
مجهرية (خمائر) وبمعزل عن الهواء وفي المرحلة الثانية من التصنيع تتم أكسدة الكحول
الإيثيلي الناتج إلى خل [5].

5-5- الخميرة: يسهم نقيع التمر المختمر في إضافة النكهة الحمضية المرغوبة للخبز, إضافة
لإحداث عملية التخمير والمسؤول بالدرجة الأولى عن الحموضة هو تكون حمض اللاكتيك و
حمض الخليك. كما أن هناك العديد من المنتجات الغربية و الصلصات الخاصة باللحم المشوي
تحتوي على كمية كبيرة من البلح كما إن الموضوع عن الصناعات التحويلية للتمر كثيرة و
خصوصا الصناعات الدوائية, التي يمكن إنشاءها ليس من التمر فحسب بل من نواته أيضا , و
أصبحت النخلة رمزا و أصبح التمر فاكهة و حلوى لكن وجه التشابه ظل واحدا و هو جهل
الناس أو عدم رغبتهم في المعرفة بشأن صناعة التمر [5].

6- فوائد التمر الغذائية و العلاجية :

ومن أقواله صلى الله عليه وسلم في التمر: (إن التمر يذهب الداء ولا داء فيه)
(العجوة من الجنة وهي شفاء من السم والكمأة من المن وماؤها شفاء للعين)
يمكن الاستفادة من مشتقات التمر في مجالات الأطعمة و الأغذية. وقد أوصى العلماء
والباحثون بأن تناول التمر له فوائد صحية كبيرة متعددة كان من أبرزها: [6]
- مقو عام للجسم يساعد في علاج فقر الدم و يمنع اضطرابات الأعصاب لاحتوائه على نسبة
عالية من السكريات والبوتاسيوم.
- يقلل من احتمالات الإصابة بأمراض القلب و انسداد الشرايين حيث انه يعتبر من الأغذية
التي تساعد في علاج و منع زيادة مستوى الكوليسترول بالدم , فهو يقلل من امتصاص
الكوليسترول في الأمعاء لاحتوائه على البكتين الدائب .

- يحتوي على ألياف سيليلوزية تنشط حركة الأمعاء و تساعد على علاج حالات الإمساك المزمن .
- منع تسوس الأسنان لاحتوائه على الفلور.
- الوقاية من السموم لاحتوائه على الصوديوم والبوتاسيوم و فيتامين ج .
- علاج الحموضة المعدية لاحتوائه على الكلور و الصوديوم و المغنيزيوم .
- يعتبر التمر وجبة كاملة, يسهل الهضم, ينشط الذاكرة عند الأطفال و يعتبر مادة إفطار في رمضان امتثال لسنة رسول الله (ص).

7- الخاتمة:

يتضح من خلال داستنا في هذا الفصل أن التمر يعتبر من أهم المواد الغذائية الكاملة لكثرة تنوعه و لاحتوائه على معظم العناصر الغذائية المهمة. كما يعتبر كمادة خام في العديد من الصناعات التحويلية لكثرة مشتقاته و أهميته الغذائية و العلاجية .

II-السكريات

1- مقدمة:

سنقوم في هذا الفصل بدراسة نظرية حول السكريات عموماً حيث سنتطرق إلى تعريفها ثم تصنيفها إلى سكريات بسيطة و مركبة و متعددة و ذكر بعض الأنواع لكل صنف من هذه الأصناف وكذا أهمية السكريات.

2- تعريف السكريات(ماءات الفحم the carbohydrates) :

تعتبر ماءات الفحم مركبات حاوية على الفحم والهيدروجين والأكسجين فقط , وذلك حسب الرمز العام (أو الصيغة العامة) $C_nH_{2n}O$, وهي تضم السكريات المعروفة والنشاء و السيليلوز. بالإضافة إلى السكريات منقوصة الأكسجين و السكريات الأمينية الحاوية على الازوت حيث لانطبق عليها تلك الصيغة العامة. وتعتبر ماءات الفحم من الناحية الكيميائية أدهيدات أو كيتونات عديدة الهيدروكسيل فالغليكوز الذي يعتبر أبسط السكريات و هو أدهيد عديد الهيدروكسيل ويصطلح عليه بالـ "Aldose" أما الفركتوز فيعتبر كيتون عديد الهيدروكسيل أو "Redose" [7]. و السكريات عبارة عن مواد عضوية تحتوي على الكربون والهيدروجين والأكسجين , أي أن السكريات هي مركبات حاوية في تركيبها على مجموعة الأدهيد ($-HCO$) أو مجموعة كيتون ($-C=O$) وعدد من الجذور الهيدروكسيلية "وظائف كحولية" أما صيغتها العامة فهي $C_nH_{2n}O_n$ حيث $(n \geq 3)$ وهذه الصيغة العامة تشير إلى أن السكريات هي متعددة للكربون والماء(هيدرات), غير أن هذه الصيغة لا تشمل كل أنواع السكريات لأنها لا تضم الذرات الأخرى مثل: N, S.... الخ [8]

3- تصنيف السكريات (تقسيمها):

تنقسم السكريات تبعاً لتركيبها وبنائها وصفاتها وعلى الأخص سلوكها عند التسخين في المحاليل المائية المخففة للأحماض أو بمعنى آخر تبعاً لعلاقتها بالتحليل الضوئي إلى ثلاثة أقسام هي: السكريات البسيطة (الأحادية) والمركبة والمتعددة.

1-3- السكريات البسيطة (الأحادية) :

وهي سكريات بسيطة لا تتأثر بالتحلل المائي يطلق عليها اسم السكريات الأحادية أو المونوسكريدات وتكون كل السكريات البسيطة عبارة عن مواد متبلورة جيدة الذوبان في الماء كقاعدة عامة و ذات مذاق حلو ومن ناحية الخواص الكيميائية فإنها مزدوجة الوظيفة ويمكن وصفها كمواد متعددة الهيدروكسي وهذا يعني وجود مجموعة الدهيدية أو كيتونية في جزيئاتها بالإضافة إلى وجود عدد من المجاميع الكحولية. [9]

3-1-1- خواص السكريات الأحادية:

3-1-1-3 التحويل الضوئي (Optical rotation):

محاليل السكريات عموما تدور الضوء المستقطب ذلك لاحتواء جزيئاتها على ذرات كربون غير متماثلة، فبعضها تدور الضوء المستقطب إلى اليمين وبعضها يدوره إلى اليسار وتقاس درجة التحويل الضوئي بجهاز بولاريمتر (polarimetre).

3-1-1-2 نزع الماء :

تتحول سكرات الالدونيتوزات و الالدوهكسوزات إلى فورفورال أو مشتقاته وذلك عند تسخينها مع حمض قوي (مثل : حمض هيدروكلوريد أو كبريتيك 12%).

3-1-1-3 تكوين الجليكوسيد:

تتفاعل مجموعة هيدروكسيل الهيمي استيال في السكريات الأحادية مع الكحولات وتكون جليكوسيدات وذلك بمعاملتها بمحلول حمض قوي كحولي .

3-1-1-4 الخاصية الاختزالية للسكريات الأحادية:

تفاعلات أكسدة مجموعات الكربونيل من أهم التفاعلات فالسكريات التي تحتوي على مجموعة الدهيدية حرة أو على مجموعة كيتوبية حرة (مجاورة لكحول أولي أو ثانوي) يمكن أن تتأكسد في وسط قلوي بواسطة ايونات ألنحاسيك أو الفضة كما في اختبارات بندكت وفهلنج و نترات الفضة النشادرية ونلاحظ أن جميع السكريات الأحادية إما أن تحتوي على مجموعة الدهيدية او كيتونية حرة لذا فجميعها مختزلة.

3-1-1-5 تفاعلات الإضافة للسكريات الأحادية (Addition reactions):

تحتوي السكريات الأحادية على مجموعة كربو نيل(الدهيد أو كيتون)ولذلك تتفاعل بالإضافة مع حمض الهيدروسيانيك فيتكون مشتق البنزيل المقابل و عندما تتفاعل مع الهيدروسيل أمين فيتكون الاكسيم و تتفاعل مع الفيناييل هيدرازين و يتكون أو سازوت وللمشتقات الناتجة من هذه التفاعلات أهمية في التعرف على أنواع السكر حيث يمكن الحصول عليها بحالة متبلورة نقية. 3-

6-1-1- التخمير(fermentation):

يعمل مخلوط الأنزيمات والمسمى زاييمير و الموجود في خميرة الخبز على سكريات الهكسوز و يحولها إلى كحول ايثانيل وثاني أكسيد كربون.تتخمّر سكريات الهكسوز(ماعد الجلكتوز) مباشرة بالخميرة ولكن نجد أن السكريات البنتوز لا تتخمّر، إما السكريات الثنائية فيلزم أن تتحلل مائيا أولا إلى مكوناتها من السكريات الأحادية بواسطة أنزيمات التحلل الضوئي الموجود بالخميرة وذلك قبل تخمرها بواسطة الزاييمير.

7-1-1-3- تكوين الاستر:

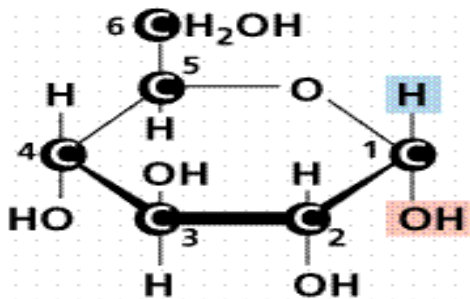
إن الاسترات الشائعة هي التي تتكون بين مجموعة هيدروكسيل من السكر الأحادي وحمض الفوسفوريك مكونة سكريات فوسفاتية. [10]

2-1-3- تقسيم السكريات البسيطة:

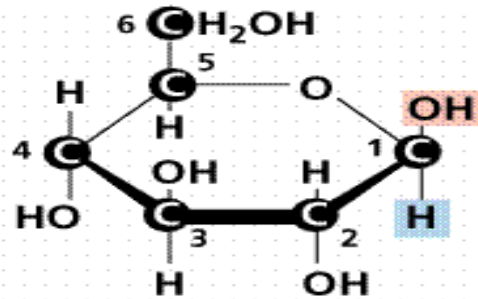
وتقسم حسب نوع المجموعة الفعالة(الدهيد أو كيتون) وكذا حسب عدد ذرات الكربون في السكر(3-7) ذرات كربون السكريات الالدهيدية وأكثرها انتشار هو الجلوكوز بينما يعتبر الفركتوز أشهر السكريات الكيتونية وكلاهما سكريات سداسية (هكسوزات).

1-2-1-3- جلوكوز(سكر العنب) : (Glucose)

يعتبر احد السكريات الطبيعية الالدهيدية المنتشرة على نطاق واسع ويوجد هذا السكر في أجسام الكائنات الحية أما في صورة حرة أو مرتبطة و يدخل في تركيب النسج و السوائل الحيوية و الدم عند الإنسان و الحيوان,ويعتبر في الحالة الأخيرة أساسا لتلك المركبات الطبيعية الهامة مثل سكر القصب والنشاء والسليولوز وغيرها كما انه يدخل في تركيب السكريات الثنائية كالسكروز و اللاكتوز.[9]



or



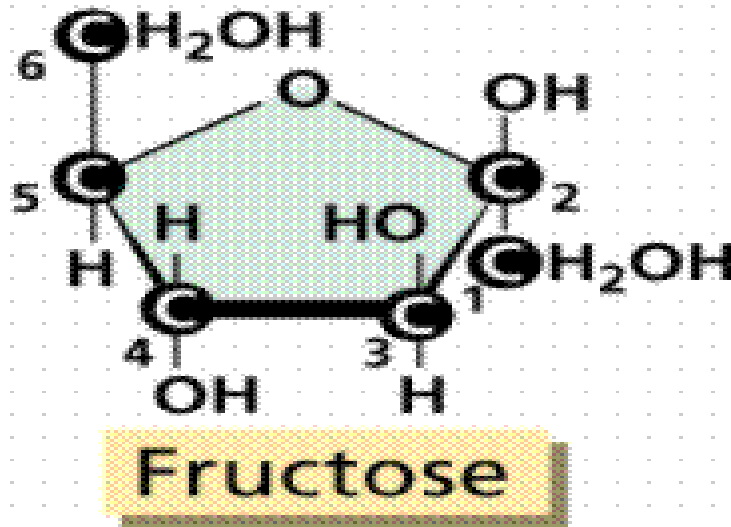
شكل (1-3) يبين الصيغة الجزيئية المفصلة لسكر الجلوكوز

2-2-1-3- فركتوز (سكر الفواكه): (fructose)

يوجد هذا السكر إما في حالة حرة (في عسل النحل مثلاً) أو مرتبطاً (في سكر القصب) و كذلك ضمن مكونات الكربوهيدرات الطبيعية ذات الأوزان الجزيئية المرتفعة والمسماة بالفركتوزانات.

وهذا السكر أكثر حلاوة من الجلوكوز بـ 2.5 مرة والسكر العادي بـ 1.7 مرة. [9]

* يعتبر سكر الجليسر الدهيد أبسط السكريات الالدهيدية بينما يمثل ثنائي هيدروكسي أسيتون أبسط السكريات الكيتونية.



شكل (2-3): الصيغة الجزيئية المفصلة لسكر فركتوز

2-3- السكريات المركبة (Oligosaccharides) :

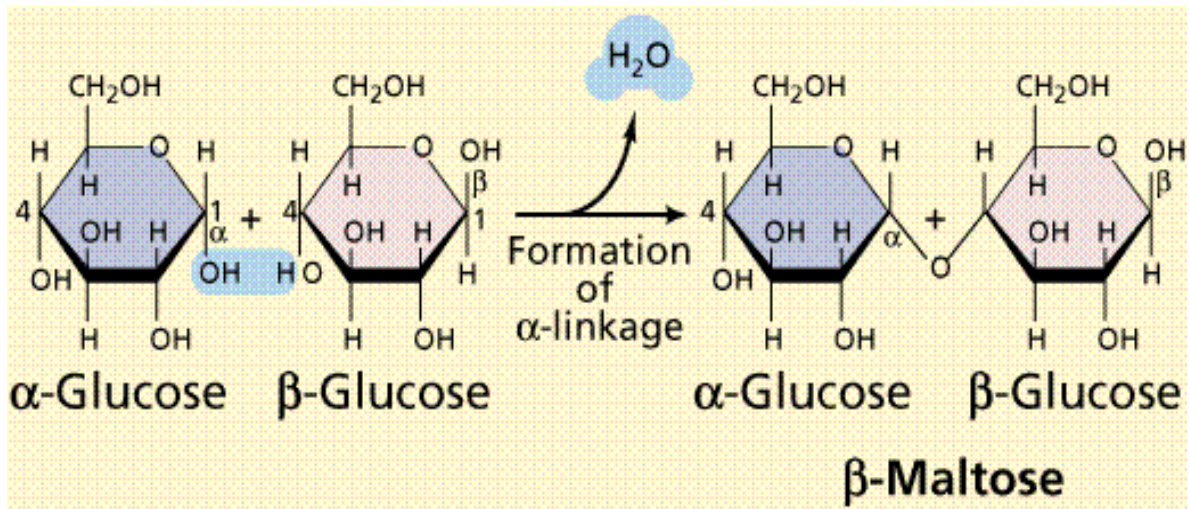
وهي تشمل الكربوهيدرات التي تتكون من 2 إلى 6 وحدات سكر أحادي وهي قابلة للتحليل المائي حيث تنفرد منها مكوناتها من السكريات الأحادية وارتباط السكريات الأحادية المكونة للسكريات المركبة يتم بفقد جزيئات ماء فهي عملية عكسية للتحليل المائي.

وأكثر السكريات الثنائية (المركبة) انتشارا هي : المالتوز، اللاكتوز و السكروز وهي لها نفس

الصيغة الجزيئية " $C_{12}H_{22}O_{11}$ ". [10]

1-2-3 المالتوز (Maltose) :

أو ما يسمى بسكر الشعير، ويتكون من وحدتي D- جلوكوبيرانوز مرتبطين برابطة بين مجموعة OH في C4 للسكر الثاني ، تسمى الرابطة في هذه الحالة (4-1) بالإضافة إلى الاسم الشائع يوجد لكل سكر مركب اسم مفضل يحتوي على نوع المكونات والروابط.



الـ

شكل (3-3) :التركيبية الكيميائية لسكر المالتوز

2-2-3 - اللاكتوز (Lactose) :

أو ما يسمى بسكر الحليب لتواجده أساسا في الحليب بنسبة تقدر بحوالي (5%) وهو السكر الوحيد ذو الاصل الحيواني ولا يوجد في النباتات . وهو سكر معتزل يتواجد في صور α -لاكتوز و β -لاكتوز حسب نوع وحدة الجلوكوز، يتحلل بواسطة أنزيم اللاكتاز يتكون من β - جلاكتوز + α -جلوكوز برابطة $\beta(1 \rightarrow 4)$.

3-2-3 - السكروز (Sucrose) :

أو ما يعرف بسكر القصب، وهذا لأنه يستخرج أساسا من نبات قصب السكر وكذلك من البنجر السكري ،وهو سكر هام من الناحية الاقتصادية والاستعمالات الغذائية والمنزلية، كما يعتبر السكروز المركب الرئيسي الذي يتم نقله عبر الجهاز الوعائي للنباتات (اللحاء) بعد عملية

التركيب الضوئي من الأجزاء الخضراء إلى المناطق البعيدة غير الخضراء (مثل المناطق النامية في الساق والجذر) و يتكون السكاروز من β -فركتوز + α -جلوكوز مرتبطان برابطة $\alpha(1-2)\beta$ أو $\beta(1-2)$. [8]

يتحلل السكاروز بواسطة أنزيم السكرازو الانفرتاز وهو سكر مختزل لعدم احتوائه على ذرة الكربون انوميرية حرة.

يعتبر السكاروز مركب مرجعي في تحديد درجة الحلاوة (المذاق النسبي) لأي مركب، حيث اصطلح على إعطاء السكاروز مذاق نسبي 100%، وتكون السكريات الأخرى اقل أو أكثر حلاوة من السكاروز، مثل: الجلوكوز 60% والفركتوز 150% واللاكتوز 32% [11]

3-3- السكريات المتعددة (Polysaccharides) :

وهي تشمل الكربوهيدرات التي تتكون من اتحاد سكريات أحادية عددها غير معروف بالضبط وهي أكثر الكربوهيدرات انتشارا بالمصادر الطبيعية من أهمها:

النشاء (اميلوز و اميلوبكتين)، الجليكوجين، السيليلوز. [10]

بعضها تركيبى يدخل في بناء الحديد من التراكيب الخلوية مثل: الجدران والأنسجة الدعامية .
تعطي السكريات المتعددة عند تحليلها كيميائيا أو بأنزيمات متخصصة سكريات أحادية يمكن تقسيم السكريات المتعددة حسب ما تحتويه من وحدات بسيطة إلى متجانسة وغير متجانسة. [8]

3-3-1- السكريات المتعددة المتجانسة:

والتي تعطي عند تحليلها نوع واحد من السكريات الأحادية ومن أمثلتها : النشاء ، الجليكوجين و السيليلوز.

3-3-1-1- النشاء (Starch):

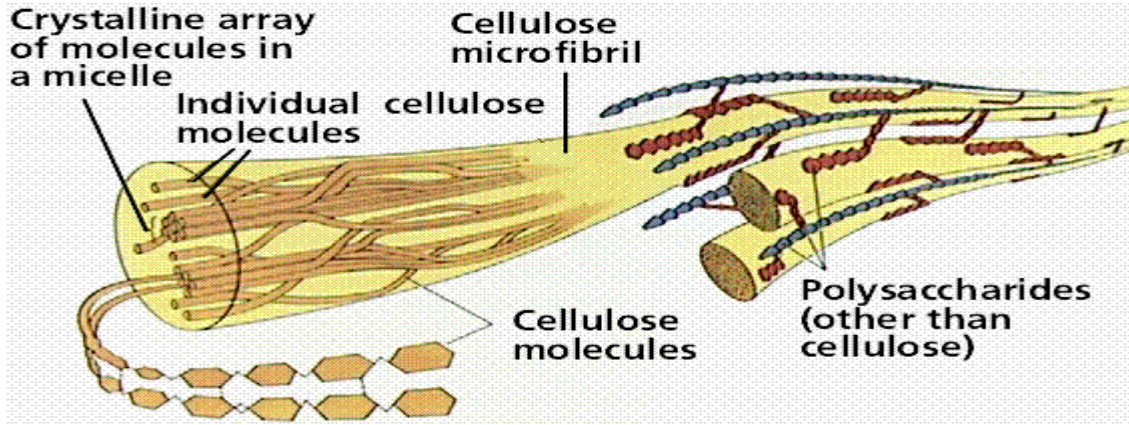
يعتبر مخزون الغذاء الرئيسي في الخلايا النباتية و يمكن أن يخزن بكميات كبيرة في أعضاء نباتية خاصة كالدرنات و الحبوب كما يخزن بصورة مؤقتة في البلاستيدات الخضراء أثناء عملية التركيب الضوئي، يتكون النشاء من شقين بناءً مكونين من نفس الوحدات و يختلفان في نوعية الترابط [8]. الاميلوز يذوب في الماء عندما يكون حديث التحضير ويرسب في محاليله خصوصاً بالتبريد وحرف محاليله الضوء المستقطب كما يعطي لونا ازرق بمعاملته باليود. والاميلوبكتين يذوب في الماء مكوناً محاليل سميكة القوام وهو يدير الضوء ويعطي لونا ازرقاً بنفسجياً بمعاملته بمحلول اليود. [10]

3-3-1-2- الجليكوجين (Glycogène):

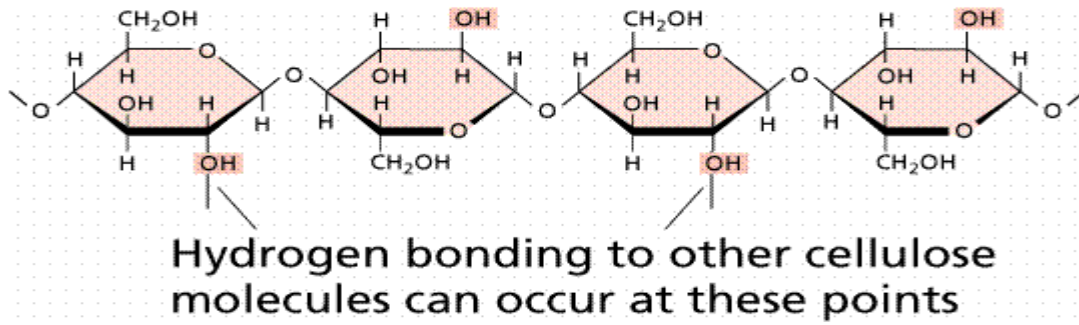
يوجد الجليكوجين في الحيوانات (ويسمى أحياناً النشاء الحيواني) وخاصة في الكبد (8-10%) ويوجد بكميات قليلة في القلب والعضلات وهو يذوب بسهولة في الماء وتعطي محاليله لونا بنياً مع اليود ويتحلل الجليكوجين مائياً بأنزيم الاميليز أو في وجود الأحماض المعدنية وله أهمية حيوية إذ تخزن الحيوانات مايزيد عن حاجتها من السكريات في الكبد لحين الحاجة إليه فيتحلل ثانية إلى الجلوكوز عند استعماله [10]. وزنه الجزيئي 280 ألف إلى عدة ملايين.

3-3-1-3- السيليلوز: (Cellulose):

يوجد السيليلوز في جميع النباتات وهو أكثر المركبات العضوية انتشاراً في الطبيعة حيث أن أكثر من الكربون الموجود في النباتات هو سيليلوز وهو مادة ليفية مقاومة لالتذوب في الماء البارد ولا الساخن ولكنها تذوب في هيدروكسيد الالونيوم ويوجد في الجدران الخلوية خاصة في السيقان والجذور للنباتات كما يشكل 90% من ألياف القطن [8]. ينتج عن معاملة السيليلوز معاملات كيميائية خاصة نواتج هامة جداً تجارياً، وينتج الرابون من معاملة السيليلوز بهيدروكسيد الصوديوم وثاني كبريتيد الكربون، يتحلل مائياً إلى وحداته النباتية بواسطة أنزيم السيليلوليز وكنتيجة لعدم وجود هذا الأنزيم بالعصارات الهضمية للإنسان فإنه لا يمكن للإنسان هضمه، ويمكن له أن يتحلل مائياً بالأحماض المخففة بعد تسخينه لمدة ساعة تقريباً ولكن لا يتم ذلك إلا إذا كان السيليلوز بصورة ذائبة. [10] , ويتكون من سلاسل طويلة (10 آلاف وحدة مقسمة من β جلوكوز (4-1) β مرتبطة بروابط β (4-1))



الشكل (3-4) : تواجد السيليلوز في الجدران الخلوية للسيقان و الجذور النباتية



الشكل (3-5) : الصيغة التركيبية الكيميائية لسكر السيليلوز

4-1-3-3- الكيتين:

يعتبرهم مكونات الأنسجة الغطائية للحشرات و الحيوانات القشرية، والكيتين بعد فصله عن البروتينات وكربونات الكالسيوم التي تساهم معه في بناء الأنسجة الغطائية للحيوانات المذكورة يصبح عبارة عن مادة بيضاء اللون تشبه كتلة الورق وهو رديء الذوبان جدا. [9], يتكون أساسا من وحدات N اسيتيل جلوكون أمين مرتبطة بروابط β (1-4) في سلاسل مستقيمة غير متفرعة شبيهة بسلاسل السيليلوز

3-3-2- السكريات المتعددة غير المتجانسة:

هي التي تعطي عند تحليلها أكثر من نوع واحد من السكريات الأحادية وغالبا ما تكون السكريات الناتجة مشتقة من السكريات الأحادية المعروفة مثل: حمض الجلوكورونيك ومن أمثلتها.

3-3-2-1- حامض الهياليورونيك:

وهو أهم مكونات المواد البينخلوية للأنسجة الحيوانية ويوجد بكمية كبيرة في الجلد والغشاء الزجاجي للعين والطنب وغيرها يمكن الحصول عليه من الأنسجة المذكورة عن طريق الاستخلاص بالقواعد المخففة أو بحامض كلورو الخليك أو الفينول ثم يلي ذلك ترسيبه من المستخلص بالكحول، وبعد ذلك يتم تخليصه من البروتين المرتبط به ارتباطا متينا بهضمه أنزيميا [9]. له دور فسيولوجي هام في تنظيم مرور المواد الغذائية بين الخلايا [8]. يبلغ وزنه الجزيئي ملايين عدة، يتكون من نوعين من الوحدات البسيطة هي حامض الجلوكورونيك و N - اسيتيل جلوكوز أمين بنسبة 1 إلى 1 حيث يصنف حامض الهياليورونيك عادة ضمن متعددة السكريات الامينية لهذا المركب .

3-3-2-2- الهيبارين:

هو سكر عديد غير متجانس متخصص في منع تجلط الدم عند الإنسان والحيوان ويوجد في الكبد والرئتين والطحال والغدة الدرقية والدم وربما أيضا في أنسجة وأعضاء أخرى، وقد أمكن الحصول عليه في صورة بلورية [9] وزنه الجزيئي غير مرتفع نسبيا (10-40 ألف). ويتكون من وحدات حمض الجلوكورونيك متعاقبة D-α-جلوكوز أمين ثنائي الكبريت مرتبطة بروابط α(1-4) .

4- أهمية السكريات: للسكريات أهمية بالغة، يمكننا تلخيص أهميتها في النقاط التالية:

- ✓ هي مصدر أساسي لإنتاج الطاقة عند احتراقها.
- ✓ لها دور كبير كمادة تخزين في النباتات.
- ✓ لها ادوار متعددة في الخلايا الحيوانية والنباتية.
- ✓ بالإضافة إلى ذلك فان للمواد الكربوهيدراتية (السكريات) ادوار متعددة أخرى مثل وجودها كمكونات للأنسجة الضامة في الحيوانات للربط بين الخلايا.
- ✓ لها دور مهم صناعيا وذلك في إنتاج بعض الكحولات التي نحتاجها مخبريا مثل: الايثانول (وهو موضوع بحثنا هذا) انطلاقا من تخمر الغلوكوز.

5- الخاتمة:

يتضح من خلال دراستنا في هذا الفصل وجود عدة أصناف للسكريات تتمثل في سكريات بسيطة و مركبة و متعددة و التي تنقسم بدورها إلى المتجانسة و الغير متجانسة , كما تطرقنا إلى ذكر بعض الخصائص التي يتميز بها كل صنف من هذه الأصناف و هذا يعود إلى اختلاف مواقع تتركزها في مصادرها النباتية بالإضافة إلى ذكر أهمية استهلاك السكريات في غذائنا اليومي .

III - التخمير الكحولي

1- مقدمة :

يعد التخمير العملية الأساسية لتحويل السكريات إلى كحول أو أحماض, و استخلاص الخمائر منها و في هذا الفصل سنتطرق إلى دراسة نظرية حول الكحولات و خصائصها و كذا التخمير بنوعيه الهوائي و اللاهوائي بالإضافة إلى التخمير الكحولي و آليته و في الأخير أهمية صناعة الايثانول.

2- الكحولات :

يعود تاريخ الكحول إلى وقت مبكر جدا من تاريخ البشرية, حيث صنعت المشروبات الكحولية من الحبوب و المياه وكان ذلك قبل تعلم صنع الخبز. أما عمليات التقطير لصناعة المشروبات الكحولية النقية فتعود في أصلها إلى الصين و الهند في حوالي 800 سنة قبل الميلاد, إذ كان يتم إنتاجها في المقام الأول عن طريق تخمير الفواكه (التمر, العنب, التفاح, الزبيب و الاجاس...و غيرها من الفواكه) أو أنواع معينة من الحبوب مثل (الذرى, الشعير,....وغيرها) ثاني أكسيد الكربون يرتفع إلى السطح على شكل فقاعات بينما يبقى الايثانول إلى أن يصل تركيز الكحول إلى حوالي 10 % إلى 15 % و تصبح الخمائر غير قادرة على الاستمرار في التكاثر و إنتاج الكحول. إن نوع المشروبات الذي تحصل عليه يحدده مصدر السكر المستخدم.[4]

فالكحولات إذا هي مركبات عضوية اكسجينية و تعتبر مشتقات الهيدروكربونات استبدلت فيها ذرة هيدروجين بمجموعة هيدروكسيل و بنظرة أخرى يمكن اعتبارها مشتقة من الماء حيث استبدلت إحدى ذرات الهيدروجين في الماء بمجموعة الكيل [12] فهي تكون في جزيء يتكون من ذرة فحم رباعية أو أكثر مرتبطة بجذر هيدروكسيلي (-OH) أو أكثر وهي سوائل طيارة عند الحرارة العادية و اقل كثافة من الماء حيث يخلط بالماء بجميع النسب كما انه لاذع الطعم و قابل للاشتعال. و الكحولات يمكن تقسيمها إلى ثلاث أقسام و ذلك حسب مجموعة الالكيل المرتبطة بذرة الكربون المتصلة مباشرة بمجموعة الهيدروكسيل (-OH) وهي :

• كحول أولي: $R-CH_2OH$, كحول ثانوي: R_2-CHOH , كحول ثالثي: R_3-C

• ما هو الايثانول ؟ [13]:

الايثانول هو سائل رائق لا لون له, يتميز برائحة مميزة و سرعة اشتعال كبيرة و يتخذ شكلين:

***الشكل الأول** : هو الايثانول أو الوقود الحيوي, يتم استخراجها من النباتات مثل قصب السكر و البطاطس الحلوى أو الحبوب كالذرة و القمح, و يضاف إلى البنزين الخالي من الرصاص و يطلق عليه اسم E-85 .

***الشكل الثاني** : و هو الديزال الحيوي المستخرج من الحبوب الزيتية كقول الصويا أو زيت النخيل, و تأخذ تركيبته الكيميائية الشكل التالي : C_2H_5OH

ولا يعد الايثانول المستخرج من النباتات و قودا جديدا , فقد تم اكتشافه عام 1850م و كان مصدر الوقود و الضوء الرئيسي خلال تلك الفترة, إلا أن الضرائب التي فرضت عليه لاعتباره نوعا من الخمور رفعت من سعره, و هو ما خفض إنتاجه بشدة و افقد الاهتمام به كأحد بدائل الطاقة.

1-2- خواص الكحولات :

1-1-2- الخواص الطبيعية للكحولات :

❖ الهيدروكربونات لا تذوب في الماء بينما الكحولات ذات السلسلة الكربونية القصيرة (ابتداءً من الميثانول إلى البيوتانول) قابلة للذوبان في الماء و كلما زاد عدد ذرات الكربون بجزيء الكحول كلما قل ذوبانه في الماء.

❖ تعتبر درجات غليان الكحول أعلى بدرجة كبيرة جدا من درجات غليان الهيدروكربونات المشبعة و التي لها نفس الاوزان الجزيئية (الايثانول وزنه الجزيئي 46 و درجة غليانه $78^{\circ}C$ بينما مركب ايثر ثنائي الميثايل له نفس الوزن الجزيئي 46 ولكن يغلي عند درجة حرارة $24^{\circ}C$) فالزيادة الكبيرة في درجة الغليان تعود الى وجود مجموعة الهيدروكسيل.

2-1-2- الخواص الكيميائية للكحولات :

- ❖ **تكوين الاستر** : تتفاعل مجموعة كربوكسيل الحمض و مجموعة هيدوكسيل الكحول مع فقدان جزيئة ماء و تكوين استر, ويمكن تكوين استر من تفاعل حمض غير عضوي (حمض الفسفوريك) مع الكحول.
- ❖ **نزع الماء من الكحول** : تفقد الكحولات الماء تحت الظروف المناسبة و في وجود عامل مساعد حمضي و يستخدم هذا التفاعل لتحضير الاولييفينات
- ❖ **أكسدة الكحولات** : تتأكسد الكحولات الاوتية و الثانوية ببرمنغنات البوتاسيوم في وسط قلوي أو بيكرومات البوتاسيوم في الوسط الحمضي الى احماض كربوكسيلية و كيتونات على التوالي بينما نجد الكحولات الثالثية لا تتأكسد.

الصيغة البنائية	الإسم الشائع	إسم IUC	درجة الإنصهار °م	درجة الغليان °م	الذائبية غم/100 مل ماء
CH_3OH	كحول ميثيل	ميثانول	-97.8	64.9	∞
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	كحول إيثيل	إيثانول	-114.7	78.5	∞
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	كحول ع - بروبيل	1 - بروبانول	-126.5	97.4	∞
$\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$	كحول إيسوبروبيل	2 - بروبانول	-88	82.4	∞
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$	كحول اليل	2 - بيوتين - 1 - أول	-129	97	∞
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	كحول بيوتيل	1 - بيوتانول	-90	117.7	7.9
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHOHCH}_3$	كحول ث - بيوتيل	2 - بيوتانول	-114.7	99.5	12.5
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$	كحول إيسوبيوتيل	2 - ميثيل - 1 - بروبانول	-108	108.4	10.0
$(\text{CH}_3)_3\text{COH}$	كحول ثا - بيوتيل	2 - ميثيل - 2 - بروبانول	-25.5	82.2	∞
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{OH}$	كحول بنتيل	1 - بنتانول	-78.5	140	2.4
$(\text{CH}_2)_4\text{CHOH}$	كحول سايكلوبنتيل	سايكلوبنتانول	-19	138	3.6
$(\text{CH}_2)_5\text{CHOH}$	كحول سايكلوهكسيل	سايكلوهكسانول	24	161.5	
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	كحول بنزيل	فينيل ميثانول	-15	205	4
$\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$	غلايكول إيثلين	2،1 - إيثان ديول	-17.4	198	∞
$\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$	غليسرول	3،2،1 - بروبان تريول	18	290	∞

جدول (3-7) : يمثل بعض العناصر من عائلة الكحولات و خواصها الفيزيائية

3- التخمر:

تتراكم نتيجة عملية التمثيل الضوئي في النبات كمية بالغة من المواد العضوية ذات القدرة الكامنة البالغة. ويحصل تحت تأثير الأنزيمات تحولات معقدة لهذه الاتحادات تقود إلى تحليل و تركيب الاتحادات المختلفة في العضوية و يحصل النبات على القدرة اللازمة لتنفيذ هذه العمليات من تفاعلات الأكسدة و الإرجاع التي سميت بالتخمير (fermentation) و التنفس (respiration) وتتم هذه العملية في حال التخمير دون الاعتماد على أكسجين الهواء الخارجي ,بينما في حال التنفس تمتص كمية بالغة من الهواء الجوي , وان بعض العضويات الدقيقة microorganismes مثل جراثيم التخمير الزبدي حساسة جدا للأكسجين الجوي و لا تستطيع النمو و التطور حتى بوجود ضغط زهيد منه أما جراثيم التخمير اللبني فلا فرق لديهما سواء وجد الهواء أم لم يوجد, إذ تحصل على القدرة نتيجة التخمير اللبني .

وأول من اكتشف الطبيعة البيولوجية للتخمير هو العالم الفرنسي باستور (1860), إذ اثبت أن التخمير اللبني (الحصول على حمض اللبن) والتخمير الزبدي (الحصول على حمض الزبدة) و التخمير الكحولي (الحصول على الكحولات و صنع المشروبات الكحولية)...يمكنه أن يتم عن طريق نشاط عضويات دقيقة . وقد ظن قبالا أن هذه العمليات تتم نتيجة فساد المواد البروتينية الذاتي الذي يجبره بدوره جزيئه السكر إلى الحركة ,إنما براهين العالم باستور بطرقه البسيطة بينت أن البروتينات في عملية التخمير الكحولي ليس فقط لا تتخرب بل بالعكس تبني...إذ انه بإعطائه الخمائر المتعضية (yeasts) الازوت المعدني و السكاكر فقد بين أن كمية البروتينات قد زادت , وتستغل هذه الخاصة في الوقت الحاضر للحصول على البروتينات القيمة من ماءات الفحم (السكريات) و الأشكال المعدنية للازوت .وقد عرف باستور التخمير بأنه "حياة بدون هواء"وفي هذه الصيغة المختصرة أعطى تحديدا مباشرا لجوهر عملية التخمير [7].

ويمكن لبعض أنواع الكائنات الحية مثل الخميرة هدم المادة العضوية جزئيا و تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة فيها إلى ATP في غياب الأوكسجين .يؤدي الهدم الجزئي للغلوكوز في الخميرة إلى إنتاج الكحول الايثيلي و CO_2 تعرف هذه الطريقة من الهدم بالتخمير الكحولي

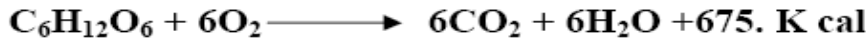
[14].

ويعتبر التنفس و التخمر عملية واحدة من حيث أنهما يقومان بهدم السكر (الجلوكوز). و لكن الاختلاف يتم في أن التخمر يجري في غياب الأكسجين و تشكل CO_2 و الكحول أما التنفس يجري في وجود أكسجين الهواء الخارجي و يؤدي إلى تشكل غاز الفحم و الماء [7].

1-3- أنواع التخمر:

1-1-3- التخمر الهوائي (التنفس):

وهي عملية أكسدة المواد الغذائية و تحرير لطاقة الكامنة في تلك المواد الغذائية و حبسها في مكبات ATP , وتتم عملية الأكسدة في وجود الأوكسجين O_2 و الماء H_2O و عملية تحرير الطاقة خلال التنفس تحدث في الظلام أو الضوء على حد سواء و ذلك وفق المعادلة التالية :

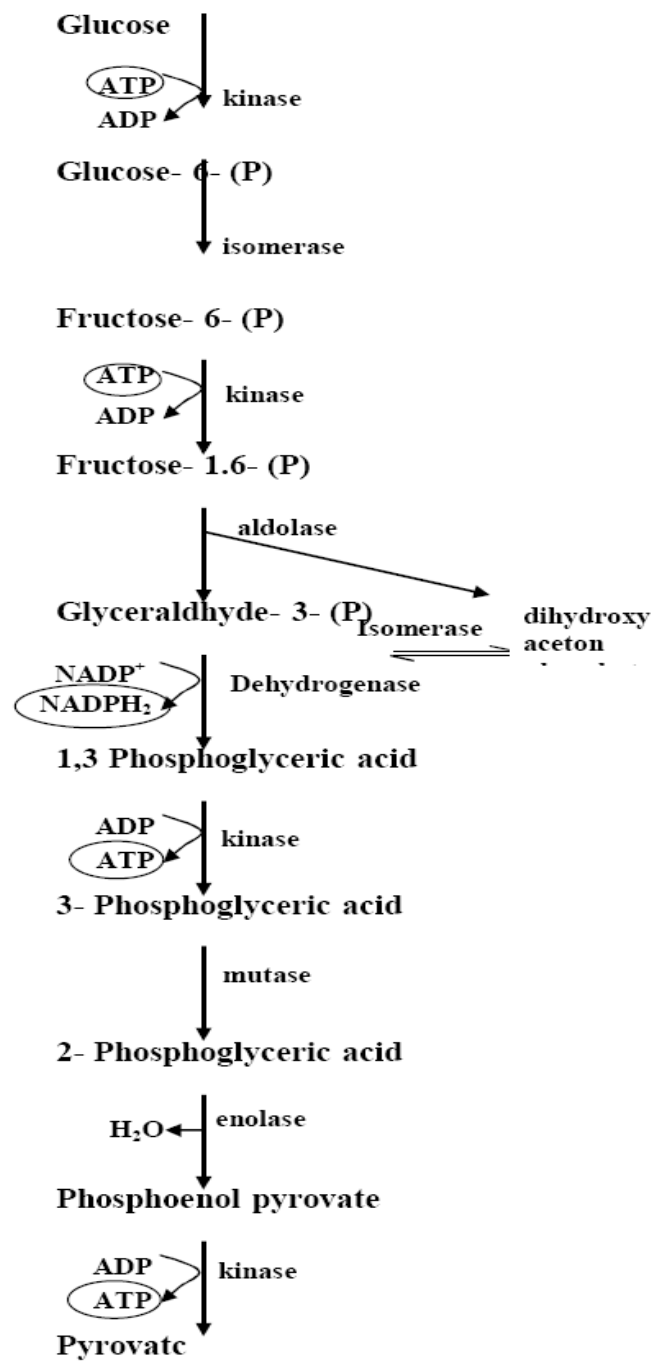


وتقسم عملية التنفس إلى مرحلتين هما :

*الانحلال الجليكولي و يتضمن التفاعلات التي تتناول تحلل جزيء الجلوكوز حتى يتكون حمض البيروفيك و تتم هذه العملية في غياب أو وجود الأكسجين و تفاعلات هذه الدورة لا تحتاج إلى الأكسجين وفق

المخطط التالي: [2]

دور الانحلال الجليكولي Glycolysis



مخطط (2-3) : يوضح دورة الانحلال الجليكولي :

*دورة كريبس "Krebs cycle" و تعرف بدورة حمض الستريك ويتم فيها أكسدة حمض البيروفيك الناتج من التفاعل السابق من خلال دورة الانحلال الجليكولي, و تتم أكسدته هوائيا إلى CO_2 , H_2O و طاقة, تتم هذه العملية تحت الظروف الهوائية فقط.

3-1-2- التخمير اللاهوائي (التخمير الكحولي):

ينتج عن مركب البيروفات الناتج من دورة الانحلال الجليكولي مركب كحولي وذلك في ظروف لاهوائية أي في غياب O_2 حيث ينتج الكحول الإيثيلي (و هو موضوع عملنا هذا), و تعرف هذه العملية بالتخمير الكحولي .

4- التخمير الكحولي:

تنتسب الخمائر التي تسبب التخمير الكحولي إلى صنف الفطريات الزقية ascomycètes وهي عضويات وحيدة الخلية لا تشكل مشيجة كباقي الفطريات, و يبدو أن هذه الصفة ظهرت نتيجة حياتها في أوساط سكرية. و تتألف خلية الفطر من بروتوبلاسم و نواة و غلاف , هذا عدى الميتوكوندريا و الفجوات و بها العصارة الفجوية و أخيرا توجد في خلية الخمائر المتعضية مواد مدخرة مثل الغليكوجين و مادة بروتينية تدعى volutin وهي بشكل حبيبات دقيقة أما تكاثر الخمائر المتعضية فيتم عن طريق البرعمة و بعضها يستطيع ان يتكيس و يتحول إلى ابواغ, وذلك في حالة قلة المواد الغذائية في الوسط , إذ يمكن في المختبر الحصول على هذه الابواغ عند استنبات تلك الفطريات في وسط يحوي على 25 g/l من الغليكوز, وفي عملية التخمير تنشط جزيئه السكر إلى جزيئين من غاز الفحم .

وكمية القدرة الناتجة (الحاصلة) اقل ب 25 مرة مما هو الحال في التنفس (282 كيلو حريره) و هذا واضح اذ أن كمية كبيرة من القدرة تكمن في حاصل التفاعل و هو الكحول, ويستدعي التخمير نظرا للقدرة الضئيلة الحاصلة إلى استهلاك كميات بالغة من السكر إذا ما قورن ذلك بعملية التنفس.

و تجرى عملية التخمير الكحولي بشكل أفضل في الشروط اللاهوائية , حيث يحصل تكاثر للخمائر بوجود الهواء (الأكسجين) فانه في تلك المصانع حيث من الضروري الحصول على الكحول كحاصل للتخمير (البيرة و النبيذ) فان العملية تجرى في الشروط اللاهوائية , إنما بداية العملية يجب أن تحصل في الشروط الهوائية و ذلك لإعطاء الخمائر المتبقية فرصة النمو و التطور أما المصانع التي تقوم بصنع الخمائر المتعضية فتقوم باستنباتها في أوساط هوائية وهنا تقوم الخمائر باستهلاك السكر بشكل اقل و أكثر اقتصادا.

وتستطيع الخمائر المتعضية حتى في شروط التهوية الجيدة أن تقوم بعملية التخمير إذ أن جهازها الأنزيمي يستطيع أن يعمل في تلك الشروط , إنما في حالة الشروط الهوائية فانه بجانب التخمير تجرى أيضا عملية التنفس .

والكحول الحاصل ضار بالنسبة للخمائر المتعضية و تتوقف عملية التخمير عندما يتراكم بكمية بالغة و تستطيع الفطريات تحمل 15 % من الكحول في الوسط, أما الأنزيمات التي تقوم بعملية شطر السكريات فهي مؤلفة من معقد يدعى "زيماس" zymase أمكن استخراجه من الخمائر المتعضية و استخدامها في عملية التخمير خارج العضوية (كاستخدام أنبوبة زجاجية في تجربة ما الغرض منها عملية التخمير), وأول من حاول استخراج هذا الأنزيم هو العالم الفرنسي المشهور M.BERTELOT وقد تمكن من استخراج أنزيم أل "انفرتاز" invertase المسمى حاليا باسم "سكراز" sucrase و الذي يقسم السكر إلى جزيئه غليكوز و جزيئه فركتوز , إنما بعد 26 سنة فان العالم الألماني BUCHNER (1898) تمكن من كشف أنزيم التخمير و دعاه "زيماس" وقد حصل على هذا المستحضر بطحن الخمائر المتعضية مع الرمل وعصرها تحت ضغط مئات من الضغوط الجوية . وقد أظهرت أن "زيماس" ليس أنزيمًا واحدًا و إنما هو معقد كامل من الأنزيمات و منذ عام 1905 تبين أن مستحلب الخمائر المتعضية السائل يحتوي على جزأين يقومان بعملية التخمير الكحولي عندما يكونان معا احدهما يدعى "apozymase" هو المشكل لهيكل الأنزيم و يتخرب بسرعة بالتسخين أما الآخر فهو "cozymase" الثابت نسبيا أمام تغيرات الحرارة.

4-1- آلية التخمير الكحولي:

تعرف آلية التخمير الكحولي اليوم معرفة جيدة اذ ترتبط جزيئة السكر – كما هو الحال في التنفس – مع حمض الفسفور . وذلك تحت تأثير أنزيم "هيكسوكيناز" hexokinase ,تتعرض جزيئه السكر لعملية الفسفرة وبذلك ينتج استر هكسوز يدعى "هكسوز دي فوسفات" hexose di phosphate أما مصدر حمض الفسفور فهو اتحاد أل ATP الذي يتحول إلى اتحاد أل ADP ويمكن للسكر أن يتعرض إلى تحلل ابعده حين وجوده بهذه الصيغة إذ ينقسم "هكسوز دي فوسفات" قبل كل شيء إلى اتحادين "ثلاثي الفحم للفوسفات" phosphotrioses يتعرضان لتحولات أخرى و المركبان ثلاثيا الفحم هما "phosphoglycer aldéhyde و dihydroxyacetone phosphate " أما الحاصلات الوسيطة لعملية التخمير فقد نبين أن من بينها " حمض البيروفيك CH₃COCOOH " و "الالدهيد الخلي CH₃CHO " . ويتحلل حمض البيروفيك تحت تأثير أنزيم " دي كربوكسيلاز" de carboxylase إلى الالدهيد الخلي و غاز الفحم .

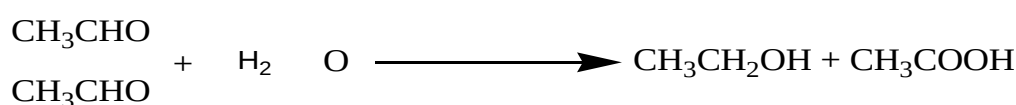


و هكذا ينطلق غاز الفحم كأحد نواتج عملية التخمير الكحولي و ذلك من تحلل حمض البيروفيك الناتج من المرحلة الأولى .

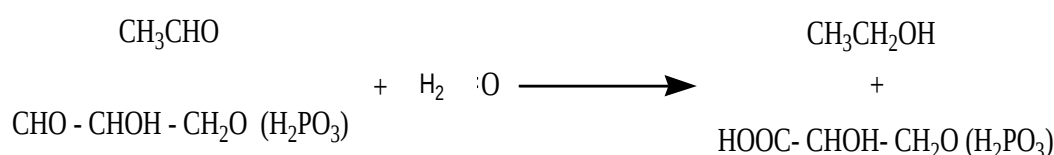
و يمكن أن نحصل على الكحول على حساب إرجاع الالدهيد بواسطة الهيدروجين الفعال (الذري) كما يعتقد العالم "COSTICHEV" .



أو حسب تفاعل "CANISARO" .



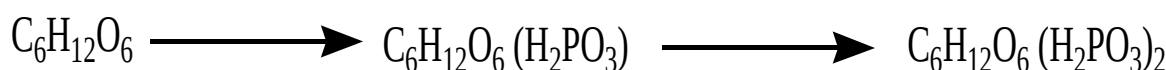
ويلاحظ من المعادلة أن التفاعل "CANISARO" هو في نفس الوقت تفاعل أكسدة وتفاعل إرجاع , و يحصل في التخمير الكحولي تفاعل الالدهيد الخلي " PGAL " حسب ما يلي :



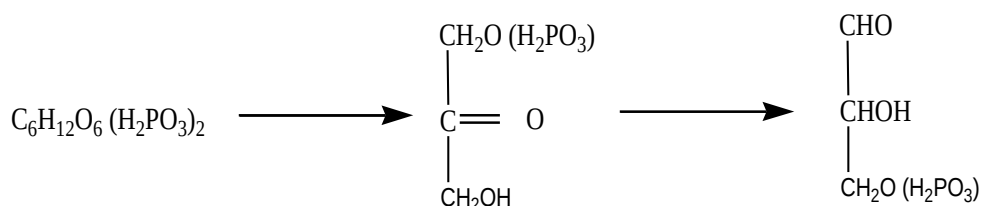
2-4- التفاعلات الكيميائية:

بمعرفة المراحل الوسيطة للتخمير الكحولي نتمكن من توجيه هذه العملية في هذه الجهة أو تلك , وكذلك نتحصل على المنتجات المطلوبة . فإذا ربطنا الالدهيد الخلي الحاصل بكبريت الصوديوم (Na_2SO_3) مثلا فان تفاعل CANISARO لا يحصل و عوضا أن ينتج كحول يتراكم الغليسيرين الذي يمكننا الحصول عليه فقط بطريقة "خسف الشحوم" . وقد اظهر أن من الممكن الحصول على الغليسيرين من البطاطا وذلك بتحويل النشاء إلى سكر و استخدامه في عملية التخمير الكحولي .

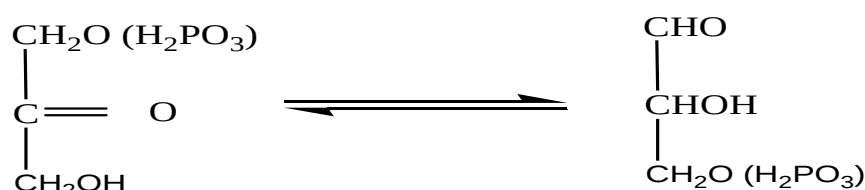
ويمكننا تفصيل ما يجري بعملية التخمير الكحولي بما يلي : حيث تحت تأثير خميرة "hexokinase" و اتحاد "ATP" ينضم بقية حمض الفسفور إلى جزيئة غليكوز و يتشكل لدينا اتحاد "hexose mono phosphate" الذي يتحول إلى "hexo di phosphate" بضمه إلى بقية حمض فسفور أخرى .



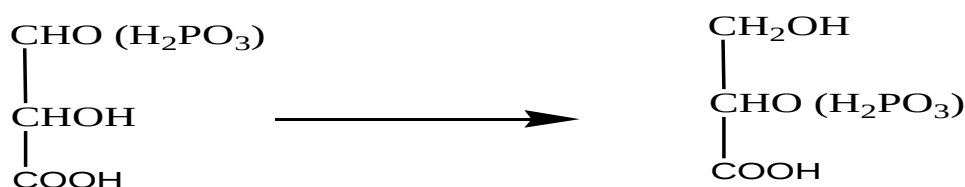
ويتعرض اتحاد "hexo di phosphate" لتأثير أنزيم "aldose" الذي يقسمه إلى اتحادين لثلاثي الفحم "trios" وتتشكل بذلك استيرات فسفورية "phosphoglycer" و "dihydroxyacetone aldehyde".



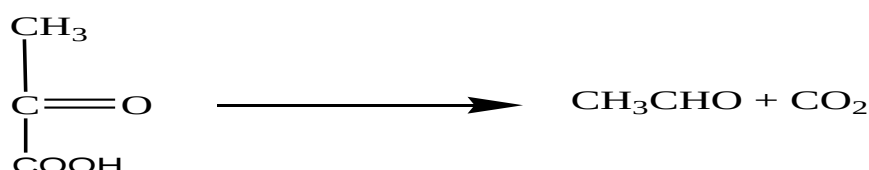
و تحت تأثير أنزيم "trio phosphate isomérase" فان استر "dihydroxyacetone" يتحول إلى "PGAL". حيث : PGAL : الدهيد خلي و PGA : حمض الفوسفو غليسيريك



وتحت تأثير "cozymase" فان "PGAL" يتعرض إلى تحول أكسدة وإرجاع و يتشكل نتيجة ذلك اتحاد "phosphoglycerine" إلى غليسيرين أما حمض فسفو غليسيريك "phosphoglycérique acide" (PGA) فيتعرض لعملية تغير داخل جزيئة "isomezization" تحت تأثير أنزيم "phosphoglycer omutase" و بذلك ينتقل حمض الفسفور من ذرة الفحم الأولى إلى ذرة الفحم الثانية .



و حمض الفسفور يرتبط ب "AMP أو ADP" تمنحان بقية حمض الفسفور إلى الهكسوز و نحصل على اتحاد "hexose diphosphate" أما حمض البيروفيك فتحت تأثير أنزيم "decarboxylase" يتحلل إلى غاز الفحم (الذي ينطلق نتيجة عملية التخمير) و الالدهيد الخلي .



وبعد تراكم بعض الكمية من الالدهيد الخلي فانه يتفاعل مع "PGAL" حسب تفاعل "CANISARO" وتحت تأثير "cozymase" و يتشكل بذلك "PGA".



ويعتبر التفاعل الأخير هو التفاعل الرئيسي في عملية التخمير , و بالإضافة إلى المنتجات الأساسية للتخمير الكحولي فانه يضاف بعض المنتجات الوسيطة التي أصبحت تعرف في الوقت الحاضر حق المعرفة و من هذه المنتجات "حمض الكهرباء و بعض الكحولات مثل (الكحول الاميليو الايزواميلي.... و غيرها)".

5- أهمية صناعة الايثانول : [13]

يعتبر الايثانول أو ما يسمى بالوقود الحيوي (BIOETHANOL) احد أنواع الوقود الحيوي السائل مثله مثل البنزين و كذلك الديزال الحيوي ويستخدمان كوقود للسيارات , حيث يعتمد الايثانول في صنعه على نشاء الحبوب أو سكر الفواكه (و هي أكثر مردود) و ينتج بكميات كبيرة عن طريق عمليات التخمير و التقطير و أثناء عملية التخمير يطور الغلوكوز إلى ايثانول و ثاني اوكسيد الكربون (CO₂) ان تفاعل الايثانول المحترق مشابه لتفاعل الهيدروكربونات المحترقة في البنزين حيث يتفاعل الايثانول مع الأكسجين لإنتاج CO₂ و H₂O و حرارة , غير أن الكربون المتواجد في الوقود الحيوي مستخلص حديثا من غاز CO₂ الجوي بواسطة النباتات المزروعة (التمر, الحبوب ...) لذا لا يؤدي إلى زيادة صافية من CO₂ جو الأرض بينما حرق النفط يضيف في كمية CO₂ في الجو, و كنتيجة لهذا يرى الكثيرون بان الوقود الحيوي (الايثانول) وسيلة لتخفيض كمية CO₂ المنبعث في الجو باستخدامه كبديل لمصادر

الطاقة الغير متجددة. و إحدى المزايا التي يتفوق بها الوقود الحيوي على معظم أنواع الوقود الأخرى هي قابليته للتحلل و لذا فهو نسبيا غير ضار للبيئة عند سكه.

حيث يرى أنصار هذه الصناعة في الدول المتقدمة (كالو م ا, دول الاتحاد الأوروبي, البرازيل, الصين, اليابان, أستراليا وغيرها من الدول المتقدمة) أن الوقود الحيوي هو بديل للنفط و صديق للبيئة و أقل تلويثا لها و مصدر طاقة متجددة و ذو جدوى اقتصادية بالإضافة إلى انه يقلل من تكلفة الاستيراد و الاعتماد على النفط المستورد. فلماذا لا تسير الجزائر أيضا في ركب هذه الدول المتقدمة ؟ بالاعتماد على ثروتها الزراعية في إنتاج الايثانول و الاعتماد عليه كأحد الصادرات الطاقوية المتجددة. و بذلك نستطيع تحقيق العديد من الأغراض المتنوعة و التي يمكننا تقسيمها إلى :

1-5- أغراض سياسية و إستراتيجية :

* وضع الأسس العلمية و التكنولوجية اللازمة لمصادر الطاقة البديلة و المتجددة مستقبلا حيث أن النفط مصدر نافذ للطاقة و غير متجدد و المخزون الاحتياطي العالمي منه بدأ يتقلص.

* مواجهة إمكانية حدوث نقص عالمي في إمدادات النفط.

2-5- أغراض اقتصادية:

* خلق فرص إنتاجية محلية و واعدة للفلاحين في قطاع الصناعة, مع خلق فرص عمل جديدة في قطاعات الإنشاء و التعمير و ما يستتبع ذلك من نشاط اقتصادي في القطاعات الأخرى و إضافة قيمة صافية جديدة للاقتصاد الوطني.

* تحسين مستوى المعيشة الريفية.

3-5- أغراض بيئية:

تخفيض الإشعاعات المنبعثة في الجو من جراء حرق الوقود الاحفوري (النفط) و بالتالي المساهمة في تقليل مخاطر ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري و ارتفاع درجة حرارة الأرض.

وهذا هو ملخص الأغراض و المزايا و المنافع التي ستجنيها الدولة من توجيهها نحو خيار إنتاج الايثانول أو ما يعرف بالوقود الحيوي.

6- الخاتمة:

درسنا في هذا الفصل أهم طريقة يعتمد عليها القطاع الصناعي في تصنيع الكحول الإيثيلي و هي طريقة التخمير الكحولي, وذلك انطلاقا من عملية تخمر السكريات المتواجدة في المواد الغذائية التي نستهلكها يوميا في توفر شروط معينة حيث ركزنا على التخمير في الوسط الهوائي و اللاهوائي و أهم التفاعلات التي تحدث بها كما تطرقنا إلى آلية التفاعل الكحولي و تسلسل التفاعلات التي يمر بها السكر المستعمل في عملية التخمير حتى نتحصل في الأخير على كحول إيثيلي قابل للاستعمال.

VI- الجزء العملي

1- مقدمة:

إن السكريات الموجودة في التمر تؤهلها لإنتاج الايثانول عالي النقاوة فظروف إجراء هذا التفاعل تتطلب وجود سكريات في المادة الأولية بتركيز أدنى قدرة 8%، لكي تتم عملية التخمير اللاهوائية والحصول على الايثانول ثم تحويله إلى المنتج النهائي، لقد بينت التجارب المخبرية إن مكونات التمر، تعتبر مثالية للحصول على الايثانول، فنسبة المواد الصلبة غير السكرية في عصير التمر بعد التنقية، أقل بكثير منها في المصادر النباتية الأخرى كذلك فإن ارتفاع تركيز المواد السكرية في التمر ووجود مواد غذائية للخميرة فيه، تضيف عليه ميزات ايجابية تجعل عملية الحصول على الايثانول منه تتم بكفاءة عالية، لذا قمنا باستخلاص الايثانول من التمر و تتبعنا الخطوات التالية:

2- المواد و الأدوات المستعملة :

1-2- المواد النباتية :

التمر هو مادة نباتية غنية بمواد عضوية كثيرة، فالتمر يعتبر مادة خام للعديد من الصناعات التحويلية مثل: خل التمر و الكحول الطبي و غيرها من مما ذكر سابقا (الفصل الأول) وبعده طرق بيوتكنولوجية. و قد استعملنا في هذا العمل تمر الغرس كنوع من أنواع التمور التي تشتهر بها مدينة الوادي. وهذا النوع من التمر غني بالسكر الذي له فوائد كثيرة و الذي يستعمل في تحضير الايثانول بواسطة عملية التخمير الكحولي لسكر التمر.

2-2- مواد بيولوجية :

نستعمل في هذا العمل نوعين من الخميرة و هما خميرة الخبز و خميرة البيرة والخمائر هي أحياء نباتية مجهرية لا تحوي المادة الكلوروفية وهي من فصيلة الفطريات ولها قابلية على مقاومة التحلل الكيميائي وسرعة الانتشار في الماء، والبقاء لفترة معقولة دون تلفها في الظروف الاعتيادية خاصة عندما تكون جافة، وتتكاثر بطريقة الانقسام، وهي لا تستطيع أن تؤثر مباشرة

على المواد المستخدمة في تصنيع الكحول (البيرة). ولذلك فإن القائمين على هذه الصناعة يقومون أولاً بتحويل النشا أو السكر الموجود في الحبوب أو التمر مثلاً إلى سكر منحل عن طريق عملية تصنيعية في توفر درجة حرارة معينة. تضاف الخميرة بعد ذلك لتحويل السكر إلى كحول, حيث يكون احد أهم نواتج هذه العملية هو تشكل غاز ثاني اوكسيد الكربون.

2-3- الأدوات المستعملة :

2-3-1- جهاز pH متر:

وهو عبارة عن جهاز لقياس حمضية المحاليل حيث يعتمد على مبدأ حساب تركيز ايونات الهيدروجين في المحاليل و pH يعني لوغاريتم ايوني للهيدروجين يتكون جهاز pH متر من الكترود وهو عبارة عن أنبوب زجاجي أو بلاستيكي على حسب التطبيق غالباً ما يكون ممتلئ KCL تركيزه 3 مول يحتوي على غشاء مسامي في نهايته يسمح بتبادل الايونات بين KCL والمحلول المراد اختباره حيث يكون الالكترود متصل بالجهاز.



الشكل (4-7) : يمثل صورة لجهاز الـ pH متر

2-3-2- محرك مغناطيسي أو خلاط مغناطيسي :

هو جهاز مخبري للخلط الكهربائي يستخدم في المعاملات الكيميائية حيث يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية ويتكون من زر التحكم في درجة الحرارة وزر آخر يتحكم في سرعة الرج مع عجلة مغناطيسية تابعة للجهاز وهي التي تقوم بعملية التحريك. يتكون في الأساس من مغناطيس دوار بفعل مغناطيس أو مجال مغناطيسي آخر غير متصل معه عادة يكون المغناطيس الدائم متصل بمحرك كهربائي بينما تغمر القطعة المغناطيسية الأخرى في السائل. عند دوران المغناطيس السفلي تتأثر القطعة المغناطيسية المغمورة في السائل وتحاول الدوران بنفس اتجاه المغناطيس المدار دون أي اتصال ميكانيكي بينهما.

2-3-3- مفاعل حيوي:

وهي جهاز يمكن استعماله كجهاز مخبري للتفاعلات الهوائية و اللاهوائية له عدة ساعات ويتحكم في الضغط والحرارة, و نظرا لعدم توفر هذا الجهاز في المخبر الجامعي فقد استعملنا كيكوط عادية و أجرينا عليها بعض التعديلات, حيث أجرينا في غطائها ثقبين أحدهما ثبتنا فيه صنبرور نتحكم من خلاله في الضغط و طرد لغازات المتشكلة و الآخر لوضع الكترود جهاز الـ pH متر و المحرار. وهذا الجهاز يستعمل في التفاعلات الثابتة من حيث درجة الحرارة والضغط مثل عملية استخلاص الايثانول من التمر.



الشكل (8-4) : صورة لجهاز المفاعل الحيوي (الكيكوط)

2-3-4- جهاز التقطير:

يتكون من مقاومة كهربائية للتسخين التي نضع عليها الدورق الذي يحوي المحلول و الذي يتصل بدوره بمحرار لمراقبة درجة الحرارة لتيار البخار المنطلق أثناء التسخين ووصلة توصيل بين الأجزاء و أنبوبة زجاجية بها منبع دخول الماء البارد و آخر لخروج الماء الساخن التي تنتهي بفتحة تكون متصلة بارلينة ماير لتجميع الكحول الناتج من عملية التقطير.

3- طريقة العمل :

في هذا الجزء العملي نقوم بتحضير كحول الايثانول C_2H_5OH بواسطة تجربتين مع التغيير في بعض الشروط ,حيث في هذه التجربة نقوم بتحويل السكر و بمساعدة الخميرة المستعملة إلى كحول و غاز الكربون و ذلك حسب المعادلة التالية :



يمكننا تلخيص طريقة تحضير الايثانول انطلاقا من تخمير التمر بواسطة المخطط التالي :

تمر (الغرس)



4- التجارب :

4-1 التجربة الأولى:

4-1-1- تحضير عصير التمر 01:

عملية استخلاص عصير التمر وهي عملية فصل فيزيوكيميائية تخضع لقوانين الكتلة للمواد والهدف منها هو الحصول على عصير التمر بتركيز مواد صلبة ذائبة مقداره 19% وألياف بنسبة لا تتجاوز 8% ولانجاز ذلك نقوم بوزن مقدار 1 كغ من التمر الصافي من النوى و الشوائب ونستعمل إناء خاص ذو نظام مغلق ونضع به كمية التمر الموزونة ومقدار 2 لتر من الماء المقطر وباستعمال اليد نقوم بإذابة (حل) التمر في الماء كليا ثم نقوم بوضع هذا الإناء فوق مسخن مع التحريك المستمر و وصل التركيب بمحرار لمراقبة درجة الحرارة لكي لا تتجاوز 80°C, عندها نتوقف على التسخين وفي هذه المرحلة يجب المحافظة على درجة الحرارة ضمن المدى (80 إلى 85°C) فعند زيادتها عن 85°C فان بعض السكريات تتحول إلى مركبات أخرى مع ضبط سرعة التحريك في الإناء المحتوى على المزيج والتحكم الدقيق في زمن مكوث الخليط في حوض تحضير العصير لاستخلاص اكبر حجم ممكن من عصير التمر.

وباستعمال قطعة قماش ذات مسامات صغيرة نقوم بتصفية المحلول للتخلص من الألياف الخشنة أو بعض الشوائب التي بقيت عالقة بالتمر عند تصفيته والحصول على عصير التمر نقي .

4-1-2- تخمير عصير التمر01:

يتم في هذه العملية تحويل السكريات إلى ايثانول وثاني أكسيد الكربون بالاستعانة ببعض الخمائر الخاصة بحيث نقوم بوزن مقدار 3 غ من خميرة الخبز لتسريع عملية التخمير ونضعها مع عصير التمر بعدما أصبح نقي كما نقوم بزيادة كمية من الماء المقطر حتى يصبح الحجم الكلي للعصير الذي سنقوم بتخميره و الموجود بالإناء هو 2,6 لتر ثم نضع الإناء الذي يحتوي على المزيج المراد تخميره فوق جهاز التحريك بعد غلق الإناء كلياً و عزله عن الهواء الخارجي ووصله بالكترود جهاز قياس ال pH متر لمراقبة قيمة ال pH للمزيج لتبقى ما بين 4 إلى 6 وكذلك وصله بمحرار لمراقبة درجة الحرارة وعدم تجاوزها عن (28-30°C) كما أن عملية تخمير عصير التمر هذه تستغرق فترة حوالي 76 ساعة في هذه التجربة وبعد كل 4 ساعات بفتح الصنبور لطرده الغازات المتشكلة داخل النظام المغلق (اللاهوائي).

الكمية	المواد المستعملة
3 غ	خميرة الخبز
2 لتر	الماء المقطر
1 كغ	تمر الغرس
2.6 لتر	حجم عصير التمر

الجدول (4-8): المواد المستعملة في التجربة 01

4-2- التجربة الثانية :

4-2-1- تحضير عصير التمر02:

نقوم بتحضير عصير التمر بنفس الطريقة السابقة حيث نستعمل في هذه التجربة مقدار 400 غ من التمر الصافي ونستعمل الإناء نظام مغلق ونضع به كمية التمر الموزونة ومقدار 0.8 ل من الماء المقطر وباستعمال اليد نقوم بإذابة (حل) التمر في الماء كليا ثم نقوم بوضع هذا الإناء فوق مسخن التحريك أي (جهاز الرج) مع التحريك لنرفع درجة الحرارة إلى غاية 80°C نتوقف عن التسخين وفي هذه المرحلة ويجب المحافظة على درجة الحرارة ضمن مدى (80 - 85°C) فعند زيادة درجة الحرارة عن 85°C فإن بعض السكريات تتحول إلى مركبات أخرى لذا يجب ضبط سرعة التحريك في (المفاعل الحيوي) المحتوى على المزيج والتحكم الدقيق في زمن مكوث الخليط في حوض تحضير العصير لاستخلاص أكبر حجم ممكن من السكر العالق بالتمر . بعد مدة 8 ساعات نقوم بتصفية المحلول لاستخلاص العصير باستعمال قطعة قماش ذات مسامات دقيقة نقوم بتصفية الخليط والتخلص من الألياف الخشنة أو بعض الشوائب التي بقيت عالقة بالتمر عند تصفيته والحصول على عصير التمر نقي.

4-2-2- تخمير عصير التمر 02:

وتتم في هذه العملية تحويل السكريات إلى ايثانول وثاني أكسيد الكربون بالاستعانة ببعض الخمائر الخاصة حيث نقوم بوزن مقدار 2 غ من خميرة الجعة لتسريع التخمير ونضعها مع عصير التمر بعدما أصبح نقي كما نقوم بزيادة مقدار 400 مل من المحلول المحضر NH_3 ونضيف مقدار 200 مل من H_2SO_4 و قليل من NaHPO_4 حيث يصل الحجم الكلي إلى 1,52 ل ونضع كل المقادير المذكورة سابقا في الإناء ونضعه على جهاز الرج بعد وصله بالكترود جهاز قياس الـ pH للمحلول و مراقبتها لكي تبقى في المجال 4,2 إلى 5,4 ودرجة الحرارة 32°C و 30°C . حيث يبقى هذا النظام مغلق لكي تتم عملية التخمير لمدة من 6 سا إلى 48 سا أو 3 أيام .

الكمية	المركبات
g2	خميرة الجعة
0.8 ل	ماء مقطر
400 مل	NH_3

200 مل	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
حسب النكهة	NH_4PO_4
g400	تمر الغرس

الجدول (4-9): المواد المستعملة في التجربة 02

4-3- التخمير:

هو عملية تحلل الأغذية العضوية دون وجود الأكسجين (التخمير الكحولي) الذي ينتج عنه كحول الايثانول ذو الصيغة $(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$ ، يتم التخمير الكحولي في خطوتين نزع جزيء CO_2 من جزيء حمض بيرو فيك أو باختزال اسيتيل الدهيد بواسطة NADH إلى ايثانول ويتم التخمير الكحولي في وجود الخميرة أو بعض أنواع البكتيريا وتستخدم هذه الكائنات في العديد من الصناعات الكحولية كشرط أساسي لتسريع عملية التخمير و كذلك لإعطاء اكبر مردود. و قد استعملنا خلال هذا العمل التطبيقي التخمير الهوائي والتخمير اللاهوائي.

4-3-1- التخمير الهوائي:

نحضر عصير التمر والخميرة في الهواء (النظام مفتوح) و نتركه لمدة 6 ساعات. لتحرير السكر الكثير الفعالية وتعطي الخميرة من 100 إلى 150 مليون خلية في الملي لتر الواحد خلال 48 ساعة وذلك في درجة حرارة التفاعل.

4-3-2- التخمر اللاهوائي:

في نهاية التخمر الهوائي تكون pH الوسط (عصير التمر) تساوي 4.87 في درجة الحرارة 42.2°C مع الحفاظ على درجة الحرارة في حوالي 30°C إلى 32°C حيث نترك العصير يتخمر لمدة 48 ساعة التمر و ذلك في وجود الخميرة .في نهاية كل عملية تخمر ينتج لدينا ما يسمى بنبيذ التمر الذي منه نستطيع استخراج الايثانول بواسطة عملية التقطير و في درجة حرارة لا تتجاوز 79°C .

4-4- عملية التقطير :

وتهدف هذه المرحلة إلى الحصول على الايثانول بتركيز كبير وجد مثالي وبالرغم من وجود عدد كبير من المركبات الكيميائية في مزيج التمر المتخمر إلا أن التفاوت في درجات غليان تلك المواد يلعب دورا حاسما في فصل الايثانول الذي يبلغ درجة حرارة غليانه $78,3^{\circ}\text{C}$. وتتم عملية التقطير بواسطة جهاز التقطير وذلك عبر عدة مراحل الهدف منها الحصول على الكحول الإيثيلي بأعلى تركيز ممكن والتخلص من الماء الذي يرافق الكحول أثناء عمليات التقطير تدريجيا إلى أن نتحصل في الأخير على كحول نقي في كل مرحلة من مراحل التقطير حيث نقوم بعملية تقطير

كل

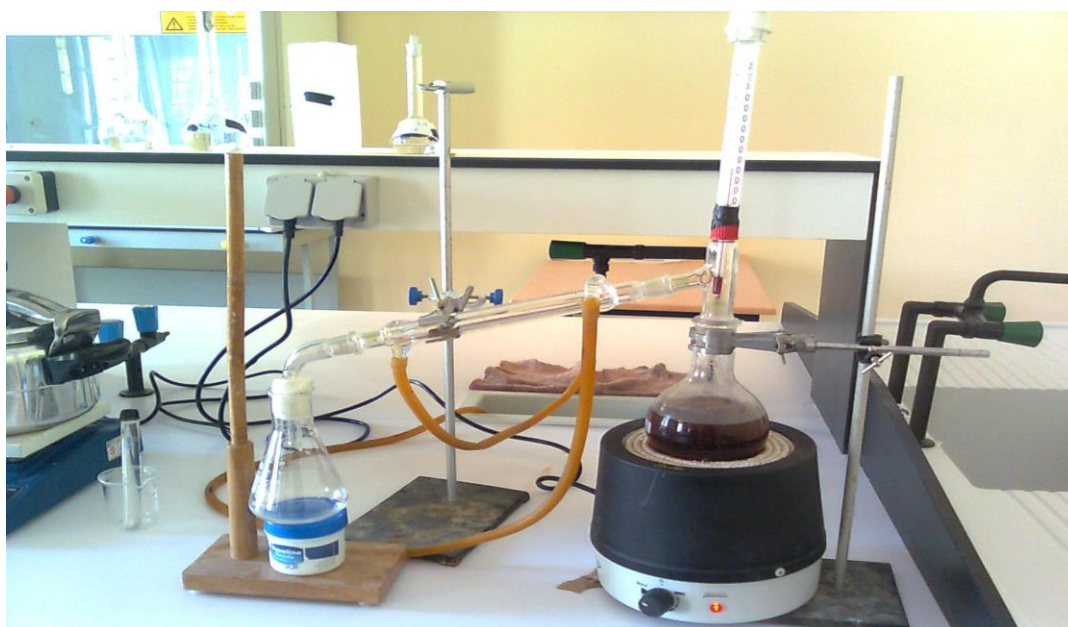
على

تجربة

حدا.



الشكل (9-4) بصورة تركيبية تجربة التخمر الكحولي



الشكل (10-4) يمثل تركيب عملية التقطير

5-النتائج المتحصل عليها :

- ❖ انطلاق غاز الكربون .
- ❖ ارتفاع درجة حرارة الوسط.
- ❖ ظهور بعض الإشارات في لون الوسط تدل على بداية تغير لون الوسط.

- ❖ تغيير كل من رائحة و مذاق و كذلك تدفق السائل من محلول سكري إلى محلول مخمر لكي يعطي شيئاً فشيئاً كحول و حمض.
- ❖ تناقص كثافة المحلول السكري عند تحوله إلى كحول .
- ❖ زيادة نسبية في الحجم و كذلك في درجة الحرارة و غاز الكربون المنطلق.
- ❖ الكحول الإيثيلي المتحصل عليه من التجربة الأولى بعد عملية التقطير قيمته صغيرة بالمقارنة مع الكمية المتحصل عليها من التجربة الثاني.
- ❖ لون المحلول المخمر المتحصل عليه عموماً يكون مائل إلى السمة (لون الكراميل) و أحياناً يكون قريب للون الوردي.
- ❖ العينة المتحصل عليها من التجربة الأولى لها pH تساوي 5.28 و عينة التجربة الثانية لها pH تساوي 4.87.
- ❖ لاحظنا خلال عملية التقطير أن عينة التجربة الثانية كانت أسهل و أسرع بكثير من عملية تقطير العينة الأولى, وكذلك المردود الناتج من التجربة الثانية أكبر من المردود الناتج من التجربة الأولى.

6- حساب المردود: يعرف المردود بالقانون الرياضي التالي :

$$M_{alcohol} / M_{mout} = V_{alcohol} / V_{mout} = R = \text{المردود}$$

حيث : R : المردود

$V_{alcohol}$: حجم الكحول المتحصل عليه.

V_{mout} : حجم المادة الأولية المستعملة (عصير التمر).

الفرق بين العينتين :	العينه 02 :	العينه 01 :	
35.53	45.6	10.07	R (%)
412	648	236	V (ml)
/	4.87 إلى 5.05	4.3 إلى 5.98	pH

الجدول (9-10) يمثل النتائج المتحصل عليها خلال التجربتين 01 و 02 :

7- مناقشة النتائج:

من خلال النتائج المتحصل عليها في العمل التجريبي الذي قمنا به في المختبر و المتمثل في تجربتين مختلفتين من حيث الشروط بهدف استخلاص الايثانول من التمر, أعطت التجربة 01 مردود قدره 10.07% بينما أعطت التجربة 02 مردود قدره 45.6%, يمكن أن نستنتج بأن أحسن طريقة للحصول مردود كحولي عالي هو استعمال التجربة الثانية و ذلك بإضافة المركبات التالية: NH_4PO_4 , $(\text{NH}_3)_2\text{SO}_4$, NH_3 التي تلعب دو مهم في توفير وسط مناسب لتكاثر البكتيريا, خاصة عنصر النيتروجين والفوسفور اللذان يعملان على تغذية البكتيريا و بالتالي زيادة نشاطها و تكاثرها و الحصول مردود عالي من الكحول الإيثيلي.

8- الخاتمة :

تطرقنا في هذا الفصل الأخير و الذي يمثل أهم جزء في عملنا و هو الجزء العملي الذي من خلاله تطرقنا إلى ذكر خطوات العمل المتبعة بالترتيب أثناء عملنا المخبري المتمثل في استخلاص الايثانول من تمر الغرس بتقنية التخمير الكحولي لسكر التمر في توفر العديد من الشروط في تجربتين مختلفتين بهدف الحصول على الكحول الإيثيلي .

الخاتمة العامة:

إن الجزائر تحتوي على كمية هامة من التمور التي تكون قد انتهت صلاحيتها و لم تعد قابلة للاستعمال البشري و التي تكون غنية بمواد عضوية تمكنها من إعادة تحويلها و استغلالها في العديد من الصناعات ذات القيمة الهامة.

و في طور هذا العمل المتواضع استعملنا تمر الغرس الذي يحتوي على كمية كبيرة من السكريات في صناعة الكحول الإيثيلي بطريقة التخمر الكحولي حيث أن الكحول المتحصل عليه يأخذ كل المقاييس العالمية بالنسبة للكحول الإيثيلي , و لهذه النتائج المتحصل عليها من خلال هذه الدراسة لمذكرة نهاية المشوار العلمي أهمية بالغة تتمثل في المساهمة بالدخل الوطني و التطور الاقتصادي.

و من خلال ما مررنا به في الفصول الأربعة السابقة نستنتج بأن التمور المتلفة بفعل العوامل الطبيعية سنويا في الجزائر و الموجهة للاستهلاك الحيواني يمكن لها أن تكون مصدر هام جدا تعتمد عليه الدولة في تصنيع الكحول الإيثيلي و بالإضافة إلى العديد من المنتجات الصناعية الأخرى , التي تعود بفوائد كثيرة في الاقتصاد الوطني و كذا حماية البيئة و خفض قيمة المستوردات.

و في الأخير , و من خلال هذه الدراسة نستطيع أن نقدم الاقتراحات التالية المتمثلة في :

*إجراء دراسة مماثلة لاستخلاص الايثانول من أنواع أخرى من تمور.

*تطوير تقنيات تصنيع الكحول الإيثيلي بطريقة الاستخلاص .

*القيام بدراسة اقتصادية لهذا المشروع.

المراجع :

- [1]- مجلة الباحث – عدد 2002/01 - "إستراتيجية تسويق التمور في الجزائر " لعمر عزاوي .جامعة ورقلة .ص:44-50 .
- [2]- bdf. -د/محب طه صقر أستاذ, فسيولوجيا النبات –كلية الزراعة-جامعة المنصورة- 14:35-06.05.2010.
- [3]- W.Rezzouq,S.Bouhafs. Etude de l influence de la localisation des claire es dattes .Mémoire d un ING .Ouargla 2007/2008.
- [4]- Me Amellal,H.Chibane. Aptitude technologiques de quelques variétés communes de dattes :formulation d un yaourt naturellement sucre et aromatisé.
- [5]- [http://. Ar.wikipidia.les dattes . org/wiki](http://Ar.wikipidia.les dattes . org/wiki).08.04.2010/23:05-
- [6]- <http://.htm>. الموسوعة الحرة. فوائد التمر. 10:45-08.04.2010.
- [7]- د-عدنان قشلاق, 1978, أسس البيولوجيا العامة للصف الأول, منشورات جامعة حلب كلية الطب, سوريا, ص: 32-37
- [8]- هنية زبيدي. حنان غدير عمر, مذكرة "تحديد نسبة السكر في لسكر بالاستقطاب " ليسانس أكاديمي .الوادي 2009/2008.
- [9]- الدكتور حسن معوض عبد العال, 1980, أسس الكيمياء الحيوية -الجزء الأول- "الكيمياء الحيوية الاستاتيكية", دار مير للنشر, موسكو, ص: 147-168.
- [10]- د- عبد الرحمن احمد الحملاوي, 1977, الكيمياء الحيوية "الكيمياء الحيوية التركيبية و الفيزيولوجية", دار القلم للنشر, الكويت, ص: 29-53
- [11]- W.slimani,F.ziad. Production d un bioéthanol par fermentation alcoolique des variété des dattes "GHARS".Mémoire d un ING .Ouargla 2008/2009.
- [12]- د-وفاء بغدادى, 1992, بيولوجيا الفطريات, ديوان المطبوعات الجامعية, الساحة المركزية بن عكنون الجزائر, ص: 48-53.
- [13]- bdf. الوقود الحيوي-لنور الدين محمد الرقيعي-11:48-08.05.2010.
- [14]- الدكتور حسن معوض عبد العال, 1981, أسس الكيمياء الحيوية-الجزء الثاني- الكيمياء الحيوية الديناميكية, دار مير للنشر, موسكو, ص: 146-297

الملخص:

كلمات المفتاح: تمر الغرس, مشتقات التمر, التخمر الكحولي, الايثانول.

أعطت إحصائيات نخيل التمر في الجزائر أكثر من 14 مليون نخلة من اجل مساحة تقدر بأكبر من 100 مليون هكتار. يبلغ الإنتاج المتوسط للتمور حوالي 180.000 طن الجزء الكبير منها ذو قيمة تسويقية ضعيفة. نثمينا في السوق، أيضا آلاف الأطنان من التمور تبقى غير مستعملة ويمكن أن تتجاوز 30% من الإنتاج التي يمكن تجديدها وتحويلها بطرق بيوتكنولوجية لغرض الحصول على مواد جديدة سهلة التسويق، مثل الكحول الايثيلي، هذا الأخير له أهمية كبيرة في النشاط الاقتصادي، فهو ضروري من اجل الطب، الجراحة والكيمياء الصناعية، لذا قمنا باستخراج الايثانول عن طريق تخمر التمور (الغرس) الغنية بالسكريات القابلة للتخمر (90%) وقد قمنا بتحضير الايثانول بطريقتين (الهوائي و اللاهوائي) وباستعمال خميرة الخبز و خميرة الجعة. و قد حصلنا على كحول له حموضة تقدر بـ 5.05 ومردود يصل إلى 45.6%, الذي يمكننا استعماله كوقود حيوي لما يتميز به من فوائد فهو يعتبر صديق البيئة. ويبقى المجال مفتوح أمام هذه الدراسة لمزيد من البحث في استخلاص الايثانول من أنواع أخرى من التمور وكذا دراسة مردودها و إضفاء الطابع الاقتصادي على هذه الدراسة.



المركز الجامعي بالوادي
معهد العلوم و التكنولوجيا
مذكرة تخرج لنيل شهادة
ليسانس أكاديمي



بـعـنـوان :

تحضير الايثانول عن طريق تخمر التمور
(التخمر الكحولي لثم الغرس)

* تحت إشراف:

وصيف خالد محمد الطيب

*من إعداد:

-حفيظة ترعة

-نسرين خلف

2009/2010

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ عَلِّمْنَا مَا يَنْفَعُنَا وَانْفَعْنَا بِمَا عَلَّمْتَنَا

مقدمة عامة

تفيد إحصائيات أن الجزائر تملك ثروة من النخيل تقدر بحوالي 14 مليون نخلة وذلك في مساحة تفوق 100 ألف هكتار من الواحات وهذا بإنتاج يصل إلى 4 مليون طن سنويا من مختلف أنواع التمور (حوالي 940 نوع).

وبما أن التمر يعتبر مادة خام تدخل في العديد من الصناعات التحويلية والتي من أهمها: السكر السائل- عصير التمر- الخل- الخميرة اضافة الى الكحول...وذلك لاحتواء التمر على نسبة جد عالية من السكريات.

فالايثانول يمكن استخلاصه من المواد الغنية
بالجليكوز(كالتمر) في وجود الماء والحرارة العالية ووسيط يتمثل
في خميرة (الخبز أو البيرة).

إن الكثير من الدول المتطورة تعتمد في صناعة الايثانول على
قصب السكر والذرى والقمح...إلا أن الجزائر و بفضل ما
تحتويه من نسب معتبرة من التمور فيمكنها استغلالها في إنتاج
الكحول الإيثيلي حيث أن كل 200 كغ من هذه التمور تنتج
حوالي 20 لتر من الكحول النقي ذو الجودة العالية. فإتباع هذه
الإستراتيجية يعطي الحل الأمثل للتخلص من بقايا التمور التالفة
والتي وتفوق في بعض الأحيان 30% من الإنتاج السنوي ,أي
ما يعادل 120.000 طن، الذي يمكننا الاستفادة منه بتحويله إلى
كحول وبالتالي المساهمة في اقتصاد الدولة.

ومن خلال هذا العمل المتواضع حاولنا تحضير الكحول الإيثيلي من تمر الغرس المحلي, وقد تم اختيارنا لهذا النوع بالذات لاحتوائه على نسبة كبيرة من السكر والذي يمتاز بسرعة كبيرة في تحلله، حيث يمكن بواسطة تقنية التخمير الكحولي إنتاج كميات هائلة من الكحول الإيثيلي سنويا.

والهدف من هذه الدراسة استخلاص الايثانول من التمر هو إعطاء قيمة وأهمية لتمورنا المحلية (الغرس).

الفصل الأول: التمر.

- 1 - واحات إنتاج التمور.
- 2- أنواع التمور.
- 3- مكونات التمور.
- 4- مشتقات التمور.

الفصل الثاني: السكريات.

- 1- تعريف السكريات.
- 2- تصنيف السكريات.
- 3- أهمية السكريات.

الفصل الثالث: التخمر الكحولي.

- 1-تعريف الكحول (الايثانول).
- 2-التخمر.
- 3-أنواع التخمر.
4. آلية التخمر الكحولي.
5. أهمية الايثانول.

الفصل الرابع: الجزء العملي.

- 1-الهدف.
- 2-الأدوات و المواد المستعملة.
- 3-خطوات العمل.
4. النتائج المتحصل عليها.
- 5- مناقشة النتائج.
- 6- خلاصة عامة.

الفصل الاول: التمر

يعتبر التمر من أهم المحاصيل الزراعية بالنسبة لسكان المناطق الصحراوية عامة وسكان مدينة الوادي بصفة خاصة، ونظرا لما يمتلكه من أهمية كبيرة، قمنا في هذا الفصل بدراسة نظرية حول التمر، تطرقنا فيها الى إنتاج التمور، واحات إنتاج التمور بالإضافة الى ذكر بعض أنواعه وأهم مكوناته بالإضافة إلى ذكر بعض المشتقات الصناعية للتمر وفي الأخير ذكر بعض فوائده الغذائية والعلاجية.

إنتاج التمور

تختلف أنواع التمور باختلاف مكان غرسها، كما تختلف تسمياتهم من منطقة إلى أخرى حسب التقاليد والأعراف الخاصة بكل منطقة كما تختلف هذه التمور حسب خصائصها، وسنوضح هذا الاختلاف عن طريق الجدول التالي:

أصناف التمور	الخصائص	مناطق الزراعة
دقلة نور	نصف لينة	صحراء سفلى
خرس	لينة	صحراء لينة
دقلة بيضاء	جافة	وادي ربيع
مش نقلة	جافة	زيبان
تقزوين	لينة	ورقلة / شيكة
بنت خيلة	لينة	ورقلة / شيكة
أدالة	لينة	شيكة
تيمجهورت	نصف لينة	شيكة / قورارة
حمراية	نصف لينة	توات / مسورة
نقره	نصف لينة	تيدكت
ازرزة	نصف لينة	شيكة
ورقلية	نصف لينة	ورقلة / وادي ربيع
س ناصر	جافة	تيدكت / توات
نقر بوشت	نصف لينة	توات / قورارة

أهم أنواع التمور التي تشتهر بها منطقة الوادي هي دقلة نور
والغرس الذي يعتبر نوع جد ممتاز بالإضافة إلى العديد من الأنواع
الأخرى المذكورة في الجدول سابقا .

لماذا يعتبر التمر ذو أهمية بالغة؟

يعتبر التمر ذو أهمية بالغة, نظرا لما يحتويه من عناصر ومواد كثيرة, من أبرزها: السكريات التي تمثل أكبر نسبة في مركباته و الجدول التالي يبين نتائج تحليل السكريات في بعض أنواع التمر:

النسبة السكروز "%" :	النسبة السكر في التمر (%) :	النوع:	الصنف :
6.3	85.28	الغرس	تمر رطب
46.11	71.37	دقلة نور	شبه رطب
30.36	74	دقلة بيضاء	تمر جاف
50.07	80.07	مش دقلة	

بالإضافة إلى: الفيتامينات، المعادن، البروتينات، الدهون والأنزيمات
و كمية معتبرة من الماء التي يحتاجها الجسم في وظائفه الحيوية.
- تتمثل أهمية التمر الغذائية والعلاجية في قوله (ص) في التمر: "أن
التمر يذهب الداء ولا داء فيه".
"العجوة من الحية وهي شفاء من السم و الكمأة من المن وماؤها شفاء
للعين"

ما هي أهم مشتقات التمر؟

يمتلك التمر عدة مشتقات تدخل في الكثير من الصناعات التحويلية مثل: الكحول الطبي.

حيث يستخدم في تصنيع الايثانول, التمور الرديئة والتي يمضي على إنتاجها عام أو أكثر.

بالإضافة إلى العديد من المشتقات الأخرى: كالسكر السائل، مربى التمر، الخل، الخميرة...

الفصل الثاني: السكريات

و في هذا الفصل قمنا بدراسة نظرية عامة حول السكريات, حيث تطرقنا إلى: تعريفها, ثم تصنيفها إلى: سكريات بسيطة ومركبة و متعددة, وذكر أشهر الأنواع لكل صنف من هذه الأصناف, وكذا إبراز أهمية السكريات في مختلف الصناعات.

وتعتبر السكريات مركبات حاوية على الفحم والهيدروجين والأكسجين فقط وذلك حسب الصيغة العامة ($C_nH_{2n}O$)

حيث تصنف السكريات تبعا لتركيبها وخصائصها وبالأخص من خلال سلوكها عند التسخين في المحاليل المائية المخففة للأحماض إلى ثلاث أقسام:

أ- سكريات البسيطة: و تنقسم بدورها إلى :جلوكوز وفركتوز.

ب - سكريات المركبة: والتي تنقسم بدورها إلى: المالتوز واللاكتوز والسكروز.

ج - سكريات المتعددة :التي تنقسم بدورها إلى: (متجانسة ,وغير متجانسة).

- سكريات متعددة متجانس :تتمثل في النشاء و الجليكوجين و السيليلوز و الكيتين .

- سكريات المتعددة الغير متجانسة : تتمثل في الهيبارين وحامض الهيالورونيك.

وللسكريات أهمية بالغة ,حيث تلعب دوراً صناعياً
مهماً،وذلك بدخولها في إنتاج العديد من المنتجات
الصناعية ,خصوصاً الكحولات أو ما يعرف
ب:(الايثانول).

الفصل الثالث: التخمر الكحولي.

يعد التخمر العملية الأساسية لتحويل السكريات إلى كحول أو أحماض, و في التخمر الكحولي يعتبر الكحول أهم ناتج إلى جانب الماء حيث تعرف الكحولات على أنها مركبات عضوية أوكسجينية و يعتبر الايثانول احد أنواع الكحولات الأولية و هو سائل رائق لا لون له, يتميز برائحة مميزة و سرعة اشتعال كبيرة و يتخذ شكلين:

***الشكل الأول :** هو الايثانول أو الوقود الحيوي, يتم استخراجه من النباتات مثل قصب السكر و البطاطس الحلوى أو الحبوب كالذرة و القمح, و يضاف إلى البنزين الخالي من الرصاص و يطلق عليه اسم E-85

***الشكل الثاني :** و هو الديزال الحيوي المستخرج من الحبوب الزيتية كفول الصويا أو زيت النخيل, و تأخذ تركيبته الكيميائية الشكل التالي : C_2H_5OH

ولا يعد الايثانول المستخرج من النباتات و قودا جديدا , الذي تم اكتشافه عام 1850م و كان مصدر رئيسي للوقود و الضوء خلال تلك الفترة, إلا أن الضرائب التي فرضت عليه باعتباره نوعا من الخمور رفعت من سعره, و هو ما خفض من إنتاجه بشدة و أفقد الاهتمام به كأحد بدائل الطاقة.

أنواع التخمر

ينقسم التخمر إلى نوعين هوائي (التنفس) و لا هوائي (التخمر الكحولي) و يعتبر كل منهما عملية واحدة من حيث أنهما يقومان بهدم جزيء السكر (الغلوكوز).

***التخمر الهوائي:** أو ما يسمى بعملية التنفس التي تتطلب و جود الأوكسجين كشرط أساسي, و تقام هذه العملية على مرحلتين هما:

1-الانحلال الجليكولي: تتضمن هذه المرحلة تفاعلات تحلل جزيء الغلوكوز إلى أن يتكون حمض البيروفيك, و هذه المحلة تتم في وجود أو غياب الأوكسجين.

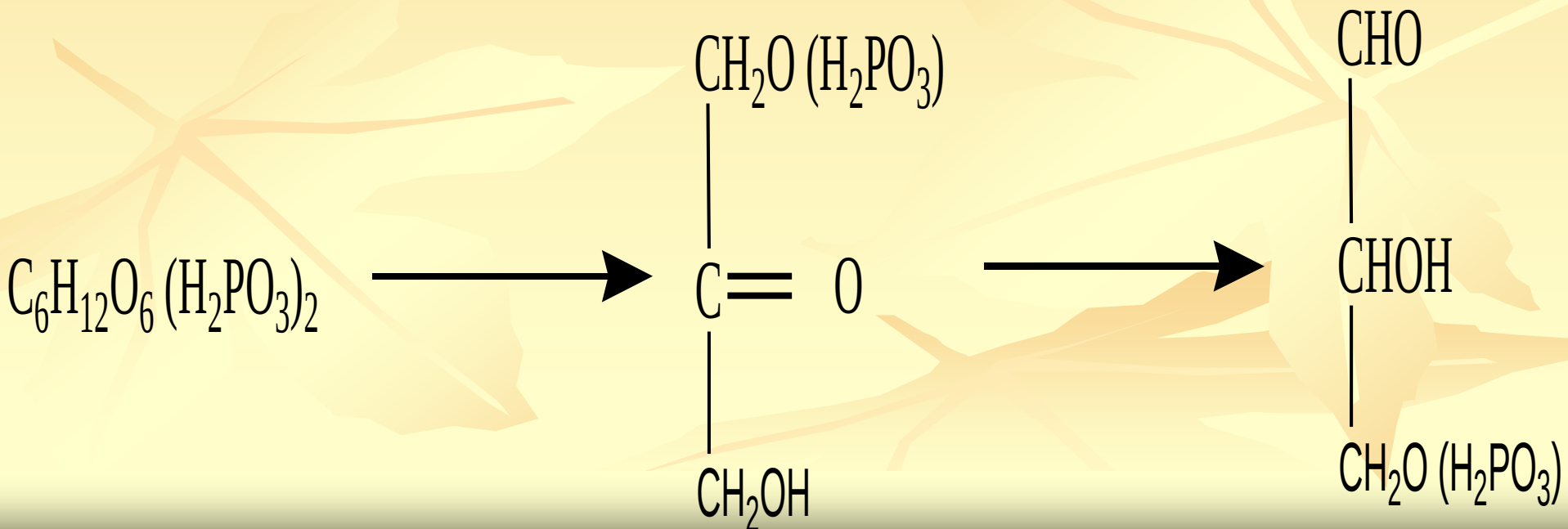
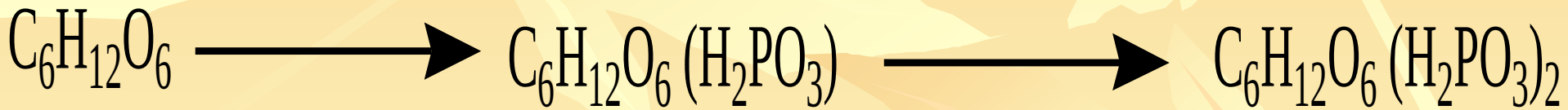
2-دورة كريبس: تتم خلالها أكسدة حمض البيروفيك الناتج من المرحلة السابقة هوائيا إلى CO_2 و H_2O و طاقة, و يمكن تلخيص عملية التنفس في المعادلة التالية:

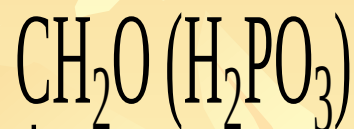
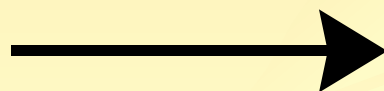
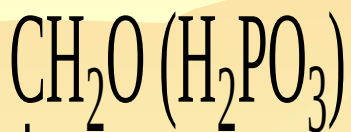
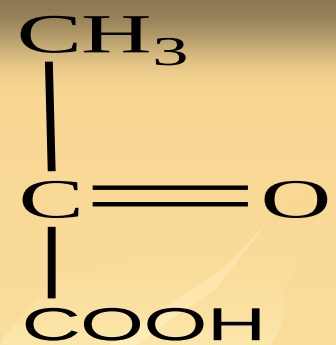


*التخمير اللاهوائي: أو ما يسمى بالتخمير الكحولي و تتم هذه العملية في غياب O_2 كشرط أساسي بالإضافة إلى وجود العناصر المخمرة, حيث ينتج عن مركب حمض البيروفيك الناتج من دورة الانحلال الجليكولي مركب كحولي (الايثانول).

آلية التخمير

يمكننا شرح ما يحدث أثناء عملية التخمير الكحولي من خلال جملة المعادلات التالية:





الفصل الرابع: الجزء العملي.

ومن خلال هذا الفصل المتمثل في :العمل التجريبي ,باستخلاص الايثانول من تمر الغرس و ذلك بإجراء تجربتين مختلفتين من حيث الشروط و النتائج المتحصل عليها, المتمثلة في المردود.

الأدوات و المواد المستعملة

❖ المواد:

التمر - نوعين من الخميرة وهي خميرة الخبز و خميرة البيرة - الماء المقطر - NH_3 - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - NH_4PO_4 .

❖ الأدوات:

جهاز pH متر - محرك مغناطيسي - مسخن - جهاز التقطير - مفاعل حيوي و نظرا لعدم توفر هذا الجهاز فقد استعملنا كيكوط عادي و أجرينا عليها بعض التغيرات لتفي بالغرض و لتعطي نتيجة حسنة.

صورة لجهاز المفاعل الحيوي و لجهاز الـ pH متر



خطوات العمل

تمر (الغرس)



غسيل



تنقية من الشوائب (فصل النوى)



الترشيح 01



عصير التمر



الخميرة ← تخمير



الترشيح 02



التقطير



الايثانول

التجربة الاولى

قمنا في هذه التجربة بتحضير عصير التمر و ذلك بعد حله في الماء المقطر باستعمال اليد و تركه لمدة تحت التسخين و التحريك دون تجاوز 80° بهدف الحصول على اكبر قد ممكن من السكر المنحل, بعدها نقوم بترشيح المزيج لإزالة الشوائب المتمثلة في النوى و القشور, بعد ذلك نقوم بإضافة 3 غ من خميرة الخبز و نترك المزيج يتخمر لمدة 76 ساعة مع الغلق المحكم للنظام لكي لا يتعرض إلى الأوكسجين الخارجي و مراقبة قيمة الـ pH باستمرار. بعد انتهاء مدة التخمر نقوم بترشيح المزيج مرة أخرى ثم القيام بعملية التقطير مباشرة لاستخلاص الايثانول.

التجربة الثانية

بنفس الطريقة نقوم بتحضير التجربة 02 و لكن الاختلاف يكمن في عملية التخمير حيث نستعمل هنا مقدار 2 غ من خميرة الجعة مع 400 مل من NH_3 و 200 مل من $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ بالإضافة إلى مقدار بسيط من NH_4PO_4 , و نترك المزيج يتخمر لمدة 48 ساعة إلى 3 أيام. حيث في نهاية كل عملية تخمير ينتج لدينا ما يسمى (بنبيذ التمر) الذي منه نستطيع استخلاص الايثانول بواسطة عملية التقطير التي تتم عبر عدة مراحل بهدف الحصول الايثانول نقي و بأعلى تركيز و التخلص من الماء الذي يرافق الكحول أثناء عملية التقطير.

شكل يوضح صورة لتركيب تجربة التخمر الكحولي



شكل يمثل صورة لتركييب عملية التقطير



النتائج المتحصل عليها

- انطلاق غاز الكربون .
- ارتفاع درجة حرارة الوسط.
- تغير كل من رائحة و مذاق و كذلك كثافة السائل من محلول سكري إلى محلول مخمر لكي يعطي شيئاً فشيئاً كحول و حمض.
- لون المحلول المخمر المتحصل عليه عموماً يكون مائل إلى السمرة (لون الكراميل) و أحياناً يكون قريب للون الوردي.
- العينة المتحصل عليها من التجربة الأولى لها pH تساوي 5.28 و عينة التجربة الثانية لها pH تساوي 4.87.
- لاحظنا خلال عملية التقطير أن عينة التجربة الثانية كانت أسهل و أسرع بكثير من عملية تقطير العينة الأولى, وكذلك المردود الناتج من التجربة الثانية أكبر من المردود الناتج من التجربة الأولى.

	العينة 01 :	العينة 02 :	الفرق بين العينتين :
R (%)	10.07	45.6	35.53
V (ml)	236	648	412
pH	4.3 إلى 5.98	4.87 إلى 5.05	/

مناقشة النتائج

من خلال النتائج المتحصل عليها في العمل التجريبي الذي قمنا به في المخبر و المتمثل في تجربتين مختلفتين من حيث الشروط بهدف استخلاص الايثانول من التمر, أعطت التجربة 01 مردود قدره 10.07% بينما أعطت التجربة 02 مردود قدره 45.6%, يمكن أن نستنتج بأن أحسن طريقة للحصول مردود كحولي عالي هو استعمال التجربة الثانية و ذلك بإضافة المركبات التالية: NH_3 , $(\text{NH}_3)_2\text{SO}_4$, NH_4PO_4 , التي تلعب دو مهم في توفير وسط مناسب لتكاثر البكتيريا, خاصة عنصر النيتروجين والفوسفور اللذان يعملان على تغذية البكتيريا و بالتالي زيادة نشاطها و تكاثرها و الحصول مردود عالي من الكحول الإيثيلي

خلاصة عامة

إن الجزائر تحتوي على كمية هامة من التمور التي تكون قد انتهت صلاحيتها و لم تعد قابلة للاستعمال البشري و التي تكون غنية بمواد عضوية تمكنها من إعادة تحويلها و استغلالها في العديد من الصناعات ذات القيمة الهامة.

و في طور هذا العمل المتواضع استعملنا تمر الغرس الذي يحتوي على كمية كبيرة من السكريات في صناعة الكحول الإيثيلي بطريقة التخمير الكحولي حيث أن الكحول المتحصل عليه يأخذ كل المقاييس العالمية بالنسبة للكحول الإيثيلي و لهذه النتائج المتحصل عليها من خلال هذه الدراسة لمذكرة نهاية المشوار العلمي أهمية بالغة تتمثل في المساهمة بالدخل الوطني و التطور الاقتصادي.

و من خلال ما مررنا به في الفصول الأربعة السابقة
نستنتج بأن التمور المتلفة بفعل العوامل الطبيعية سنويا في
الجزائر و الموجهة للاستهلاك الحيواني يمكن لها أن تكون
مصدر هام جدا تعتمد عليه الدولة في تصنيع الكحول
الإيثيلي و بالإضافة إلى العديد من المنتجات الصناعية
الأخرى , التي تعود بفوائد كثيرة في الاقتصاد الوطني و كذا
حماية البيئة و خفض قيمة المستوردات .

و في الأخير , و من خلال هذه الدراسة نستطيع أن
نقدم الاقتراحات التالية المتمثلة في :

* إجراء دراسة مماثلة لاستخلاص الايثانول من أنواع
أخرى من تمور .

* تطوير تقنيات تصنيع الكحول الإيثيلي بطريقة
الاستخلاص .

* القيام بدراسة اقتصادية لهذا المشروع

نشكركم على حسن الإصغاء والمتابعة

