رقم الترتيب:
رقم التسلسل:

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: – آسيا بته

– سمية تركي

– فاطمة الزهراء بورقعة

<u>الموضوع</u>

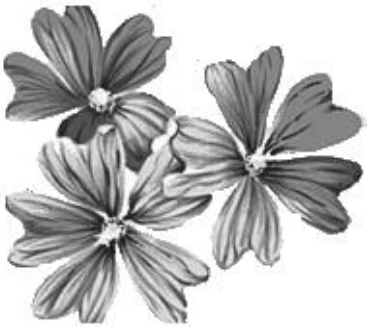
تحضير البيوايثانول انطلاقا من انواع مختلفة من التمور

نوقشت يوم:

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

نغموش نصر صالح	أستاذ مساعد ب	ممتحن
تامة نورالدين	أستاذ مساعد ب	ممتحن
وصيف خالد محمد الطيب	أستاذ مساعد ب	مؤطر

2011-2010



شكر و تقدير

الحمد لله كثيرا ونشكره على نعمته و عونه في إتمام هذا البحث المتواضع

نتقدم بجزيل الشكر والتقدير والاحترام إلى الأستاذ المؤطر "وصيف خالد محمد الطيب"

على التوجيهات التي مدنا بها طيلة بحثنا فكان نعم المشرف حيث وجهنا حين الخطأ وشجعنا عند الصواب

كما نشكر كل الأساتذة الذين قدموا لنا النصيحة والمعلومات النيرة في سبيل انجاز هذه المذكرة

كما نتقدم بشكر خاص إلى: كل المشرفات على المخبر بمعهد العلوم و التكنولوجيا بالوادي على ما قدمنه لنا

من مساعدة أثناء العمل المخبري

إلى كافة الزملاء و الزميلات من قسم سنة ثالثة هندسة طرائق

وإلى الطاقم الإداري بمعهد العلوم و التكنولوجيا بالوادي

آسيا –سمية –فاطمة الزهراء

الفهرس

ملخص ..... أ
قائمة الجداول ..... ب
قائمة الأشكال ..... ب
قائمة الصور ..... ب
مقدمة عامة ..... ج

الفصل الأول: التمر

1- مقدمة 01
2- النخيل 01
2-1- موطن النخيل 01
2-2- النخيل في الجزائر 01
2-3- أجزاء النخلة 02
2-4- تكاثر النخيل 02
3- التمر 03
3-1- إنتاج التمور 03
3-1-1- إنتاج التمور في العالم 03
3-1-2- إنتاج التمور في الجزائر 04
3-2- واحات إنتاج التمور 05
3-3- بعض انواع التمور في الجزائر 05
3-3-1- دقلة نور 05
3-3-2- الغـــــرس 06
3-3-3- البلـــــح 06
3-3-4- البســـــــر 06
3-3-5- الفطيمـــي 06
3-3-6- دقلة بيضاء 06
3-3-7- الحشف 06
3-3-8- حمراية 07
3-3-9- تكرمست 07
3-3-10- تينيسين 07
3-3-11- مش دقلة أو الكنتيشـــــــي 07
3-4- مكونات التمر 08
3-4-1- الماء 08
3-4-2- السكريات 09
3-4-3- الحموضة 09
3-4-4- البروتين 09

3-4-5- الأحماض الدهنية..... 09
3-4-6- الدهون..... 09
3-4-7- العناصر المعدنية..... 10
3-4-8- المواد الملونة للتمر..... 10
3-4-9- الفيتامينات..... 10
4- الصناعات القائمة على النخيل والتمور..... 10
4-1- الصناعات القائمة على النخيل..... 11
4-2- الصناعات القائمة على التمور..... 11
4-2-1 - صناعة السكر السائل..... 11
4-2-2 - صناعة مربى التمر..... 12
4-2-3 - صناعة الكحول الطبي..... 12
4-2-4 - صناعة الخل..... 12
4-2-5 - صناعة خميرة الخبز Saccharomyces cerevisiae 13
4-2-6 - إنتاج البروتين الميكروبي (SCP) والمعزز الحيوي Probiotic..... 13
4-2-7 - صناعة الريون..... 13
4-2-8- إنتاج الأحماض الامينية والعضوية..... 13
5- فوائد التمر العلاجية والوقائية..... 13
6- الخاتمة..... 14

الفصل الثاني: البيوايثانول

1- مقدمـة..... 15
2- الوقود الحيوي..... 15
2-1- أنواع الوقود الحيوي..... 16
2-1-1- الديزل الحيوي Biodiesel..... 16
2-1-2- الإيثانول الحيوي Bioethanol..... 16
2-2- أجيال الوقود الحيوي..... 20
2-2-1- الجيل الأول للوقود الحيوي..... 20
2-2-2- الجيل الثاني للوقود الحيوي..... 20
2-2-3- الجيل الثالث للوقود الحيوي..... 20
2-2-4- الجيل الرابع للوقود الحيوي..... 21
3- طرق تحضير البيوايثانول..... 21
3-1- تحضير المادة الأولية..... 22
3-2- معالجة المادة الأولية..... 22
3-3- التميؤ السيليلوزي وإنتاج الإنزيم..... 22
3-4- التخمر الكحولي..... 22
3-5- التقطيـر..... 22
3-6- معالجة الإيثانول..... 22
4-إنتاج الإيثانول من التمور..... 22
4-1- تحضير عصير التمر..... 23

4- 2- تخمير عصير التمر..... 24
4- 3- مرحلة التقطيـر..... 24
5- الخاتمـــة..... 25

الفصل الثالث: السكريات والتخمر

I-III- السكريـــات..... 26
1- مـقـدمـــــة..... 26
2- تعريف السكريات 26
3 - تقسيم السكريات..... 26
3-1- السكريات الأحادية..... 26
3-1-1- تعريف السكريات الأحادية..... 26
3-1-2- بعض الخصائص الكيميائية للسكريات الأحادية..... 27
3-1-2-1- القدرة الارجاعية..... 27
3-1-2-2- أكسدة السكريات..... 27
3-1-2-3- ميثلة السكريات..... 27
3-1-2-4- تكوين الأسترات..... 27
3-1-2-5- تكوين الجليكوسيد..... 28
3-1-2-6- نزع الماء..... 28
3- 2- السكريات قليلة التعدد (الاليجوسكريدات)..... 28
3-2-1 المالتوز (Maltose)..... 28
3-2-2- اللاكتوز (lactose)..... 29
3-2-3-السكروز (Sucrose)..... 29
3- 3- السكريات المتعددة (Polysacharides) 30
3-3 -1- السكريات المتعددة المتجانسة..... 30
3- 3-1-1- النشاء (Starch)..... 30
3-3 -1-2- السليلوز (Cellulose) 31
3- 3- 2- السكريات المتعددة الغير متجانسة..... 31
3- 3- 2- 1- الهيبارين (Heparine)..... 31
3- 3- 2- 2- حامض الهيالورونيك Hyaluronique acid 31
3- 4- أهمية السكريات..... 32
II-III- التخمر..... 32
-المقدمة..... 32
-مفهوم التخمر..... 32
-أنواع التخمر..... 33
3-1- التخمر الهوائي (التنفس)..... 33
3-1-1- الانحلال الجليكولي..... 33
3-1-2- دورة كريبس Krebs cycle..... 33
3-2- التخمر اللاهوائي (التخمر الكحولي)..... 33
-التخمر الكحولي..... 34

4-1- آلية التخمر الكحولي..... 35
4-2 -التفاعلات الكيميائية..... 37
الخاتمة..... 39

الفصل الرابع: الجزء العملي

1- دراسة تطبيقية للتمور في منطقة الوادي..... 40
1-1- مقدمة..... 40
1- 2- وفرة التمور في الوادي..... 40
1- 3- انواع التمور في الوادي..... 41
1- 3- الأنواع المستعملة في إنتاج الايثانول..... 41
2- مراحل إنتاج الايثانول..... 43
2-1- مقدمة..... 43
2-2- مخطط إنتاج الإيثانول..... 43
2-3- المرحلة الأولى: تحضير عصير تمر الغرس..... 44
2-4- المرحلة الثانية: تخمير عصير تمر الغرس..... 44
2-5- المرحلة الثالثة: عملية التقطير..... 45
3- تحديد المردود..... 46
4- تحديد نسبة السكر في التمر..... 47
5- الخاتمة..... 47
الخاتمة العامة..... 48

الملخص

كلمات المفتاح: التمر، الصناعات القائمة على التمر، التخمر الكحولي، الايثانول.

أعطت إحصائيات نخيل التمر في الجزائر أكثر من 14 مليون نخلة من اجل مساحة تقدر بأكبر من 100مليون هكتار. يبلغ الإنتاج المتوسط للتمور حوالي 180.000 طن الجزء الكبير منها ذو قيمة تسويقية ضعيفة. تثمينا في السوق، أيضا ألاف 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 الإيثيلي، هذا الأخير له أهمية كبيرة في النشاط الاقتصادي، فهو ضروري من اجل الطب،الجراحة والكيمياء الصناعية، لذا قمنا باستخراج الايثانول عن طريق تخمر انواع مختلفة من التمور الغنية بالسكريات القابلة للتخمر و تحصلنا على ايثانول مختلف المردود حسب نسبة السكر في كل نوع والذي يمكننا استعماله كوقود حيوي لما يتميز به من فوائد فهو يعتبر صديق البيئة.

قائمة الجداول

جدول I - 1: الدول العشر الأكثر إنتاجا للتمور في 2007.....3
جدول I - 2: إنتاج التمور في الجزائر في الفترة ما بين 2000/2001.....4
جدول I - 3: أصناف التمور حسب الرطوبة.....7
جدول I - 4: أجزاء النخلة و الصناعات القائمة عليها.....11
جدول II - 1: خواص الإيثانول الفيزيائية.....17
جدول II - 2: المواد الأولية المستخدمة لإنتاج الإيثانول الحيوي. 18
جدول IV - 1: انتاج التمور في ولاية الوادي من سنة 2000 إلى 2011 39
جدول IV - 2: أنواع وخصائص التمر المستعملة في إنتاج الايثانول 40
جدول IV - 3: المواد والمحاليل المستعملة 43
جدول IV - 4: مردود الايثانول.....45
جدول IV - 5: نسبة السكر في التمر 47

قائمة الأشكال

الشكل I - 1: مخطط مكونات التمور 8
الشكل II- 1: الإنتاج العالمي لزيت الديزل الحيوي و الإيثانول عام2008.....16
الشكل II- 2: منحنى تطور إنتاج الإيثانول في العالم مليون لتر (1991-2007). 18
الشكل II- 3: التركيب الكيميائي لذرة الإيثانول الحيوي 20
الشكل III - 1: تركيب المالتوز الكيميائي (Mltose) 27
الشكل III - 2: تركيب اللاكتوز الكيميائي 28
الشكل III - 3: تركيب الكيميائي للسكروز.....29
الشكل III - 4: التركيب الكيميائي للسليلوز 30
الشكل III - 5: آلية التخمر الكحولي.....35

قائمة الصور

صورة IV - 1: تمر تنيسين 41
صورة IV - 2: تمر تكرمست 41
صورة IV - 3: تمر بوشعيرة 41
صورة IV - 4: تمر الغرس.....41
صورة IV - 5: تركيبة تجربة التخمر الكحولي 44
صورة IV - 6: تركيب عملية التقطير 45

مقدمة عامة

تعتبر التمور من المحاصيل الزراعية الهامة في الجزائر عامة وسكان ولاية الوادي بصفة خاصة بالإضافة إلى القيمة الغذائية التي يحتويها التمر عند تناولنا له.

وبلغ إنتاج الجزائر من التمور حوالي 6.5 مليون طن في عام 2009، الجدير بالذكر إن الطاقة الإنتاجية للتمور تعتمد بصفة أساسية على كل من المساحة المزروعة بالنخيل والإنتاج حيث يوجد في الجزائر حوالي 800 صنف من أصناف التمورو هذا دليل على التنوع الكبير للتمور في المناطق الصحراوية.

وبما أن التمر هو المادة الأولية في العديد من الصناعات التحويلية التي تعتبر مواد تجارية لها مكانتها في السوق والتي من أهمها: الخل، السكر السائل، خميرة الخبز، العصير والأهم من ذلك صناعة الكحول الذي ينتج بواسطة التخمر يمكن استخدامه في مجالات عدة من أهمها: الكيمياء الصناعية، الجراحة، العطور، والمواد الصيدلانية...الخ.

إن السكريات الموجودة في التمور تؤهلها لإنتاج الايثانول عالي النقاوة حيث تمثل أكثر من 50% من الوزن الجاف للثمرة. في الوقت الحاضر يعتبرالوقود الحيوي من أهم الاكتشافات في مجال الطاقة البديلة الهادفة لتقليل كميات الغازات السامة المتصاعدة من دخان السيارات والمؤذية لطبقة الأوزون والبيئة " تقليل ظاهرة الاحتباس الحراري". حيث هناك العديد من أنواع الوقود الحيوي فمنها على شكل الايثانول ويتم استخراجه من النباتات مثل قصب السكر والبطاطس الحلو أو الحبوب كالذرة والقمح، ويضاف إلى البنزين الخالي من الرصاص ويستخدم كوقود للسيارات، وهذه السياسة الإستراتيجية تتبعها الكثير من الدول المتطورة، أما في الجزائر وبفضل ما تملك من التمور خاصة الرديئة منها فيمكن استغلالها في إنتاج الايثانول وعلاوة على ذلك تعتبر هذه العملية منظفة للبيئة و نافعة اقتصادية.

وفي هذه المذكرة والتي بعنوان " تحضير البيوايثانول انطلاقا من انواع مختلفة من التمور" تطرقنا إلى أربعة فصول حيث الفصل الأول عبارة عن دراسة نظرية عن

التمور تناولنا فيه أنواعه، واحات إنتاجه، مكوناته واهم الصناعات القائمة على التمور والنخيل. أما الفصل الثاني خصصناه عن البيواثانول حيث تحدثنا عن الوقود الحيوي، أنواعه، أجياله و طريقة تحضير البيوايثانول من التمور. والفصل الثالث تناولنا فيه السكريات وأنواعها إضافة إلى التخمر وأنواعه والية التخمر الكحولي.أما الفصل الرابع وضحنا فيه إنتاج التمور في منطقة الوادي وكذا العمل المخبري لإنتاج الايثانول من التمر.

I- التمر

1 - مقدمة:

النخلة شجرة مباركة عرفها العرب منذ القدم وورد ذكرها في تراثهم وكتبهم وأشعارهم،وأمثالهم فهي شجرة العرب، سيدة الشجر عروس الواحات، شجرة الحياة.**[1]** وقد كرم الله النخلة وعزز مكانتها وورد ذكرها في 20 أية من آيات الذكر الحكيم، حيث لا يمكننا الحديث عن التمر دون التطرق لذكر النخيل التي تعتبر مصدر للتمر. **[2]**

وفي هذا الفصل سوف نقوم بدراسة نظرية مبسطة حول التمر نتطرق فيها لموطن النخيــل و أجزاء النخيل، إنتاج التمور وواحات إنتاجه، بالإضافة الى بعض أنواع التمر مكوناته مشتقاته و كذا فوائده الغذائية والعلاجية.

2 - النخيل:

2-1- موطن النخيــل:

يمتد موطن النخيل من غرب إفريقيا حتى حوض السند، ومن تلك المناطق انتشر النخيل إلى الهند والشرق الأقصى، وثمة آراء تفيد بأن الخليج العربي هو الموطن الأصلي الذي نشأت فيه النخيل. وتعود زراعة النخيل إلى أكثر من عشرة آلاف عام، وأهم البلدان التي تعنى بزراعة النخيل العراق السعودية مصر إيران الجزائر والمغرب...، حيث تنتج هذه البلدان 85% من الإنتاج العالمي. أما في الجزائر، فالدليل على أن النخلة كانت موجودة بها منذ 1300 سنة قبل الميلاد نخلة منقوشة وجدت على أحد الرسوم الجدارية القديمة تم العثور عليها في واحة ترجع إلى العهد البربري القديم، ويوجد هذا الرسم الجداري في منطقة الطاسيلي وتحديدا في منطقة آها بوادي جيرات.**[6]**

2-2- النخيل في الجزائر:

تقدر ثروة النخيل في الجزائر بحوالي 18.7 مليون نخلة، موزعة على نحو 100 ألف منشأة زراعية ، و تقدر المساحة الإجمالية للنخيل بـ 170000 هكتار. إن نسبة كبيرة من هذا الانتاج من الاصناف ذات الجودة العالية تجعل الجزائر من اهم الدول

المنتجة للتمور في العالم وأول دولة في انتاج تمور من صنف دقلة نور الذي هو حتى الان من احسن الاصناف التجارية في العالم والتي تلقى رواجا في السوق الإقليمية والدولية.**[3]**

2-3- أجزاء النخلة:

تتكون نخلة التمر من:

- **الجذع:** وهو ساق اسطوانية الشكل خشبية طويلة لا تتفرع الا نادرا وتنمو الى الأعلى بمعدل سنوي 30-60 سم وأما قطر الجذع فهو بين 40-90 سم، ويتكون على جذع النخلة غلاف ليفي خشن يقيه من الصدمات و يخفف من حدة البرد والحر.

- **السعف:** مفردها سعفة تتجمع في رأسها دون ساقها والسعفة ورقة ريشية كبيرة جدا تولد النخل منها بالسنة من 10 الى 20، ويقلم السعف بعد أن تكون قد جفت مع مرور الزمن وغالبا ما يكون في رأس النخلة ما بين 30 الى 150 سعفة، ويوجد أشواك في نهاية السعفة تتغير أطوالها وأعدادها بحسب نوعها وجنسها.

- **الخوص:** مفرده خوصة وهو ورق السعفة المنتشر على جانبيها وعدده في كل سعفة ما بين 120 الى 240 خوصة.

- **الجريد:** هو السعف الطويل اذا جردت من خوصها.

- **الكربة:** جمع كرب وهي الجزء الأدنى من السعفة أي قاعدتها، تكون عريضة وغليظة ويبلغ طولها 4-3 أمتار من أصل الكرب على الجذع وبعد التقليم يسمى الكرناف.

- **البرعم:** يقود النخلة في نموها الى الأعلى وهو مجموعة من البراعم البيضاء والمخضرة، وينمو في داخلها كتلة بيضاء هشة ذات عصارة حلوة المذاق وتسمى هذه المجموعة بالجمار.

- **الطلع:** يخرج من الحفاظة وهي التي تخرج من جانب الكرب.

- **الثمار:** تتدلى بمجموعات وعددها كبير ومن ثقلها تتقوس حواملها.

2-4- تكاثر النخيل:

يتكاثر النخيل عن طريق الفسائل التي تنمو عند أسفل الساق (جذع النخلة) وهي

طريقة مضمونة للتكاثر وتكون معروفة الأصل والصنف للنخلة المستزرعة، كذلك يمكن إكثارها عن طريق النوى ولكنها طريقة غير مضمونة النتائج حيث أن نسبة النجاح لا تتجاوز 20% ناهيك على نوع وصنف النخلة الناتجة. وتزرع فسائل النخيل في موعدين رئيسيين هما الموعد الربيعي ويبدا في النصف الثاني من مارس الى بداية شهر جوان و الموعد الخريفي من اواخر شهر اوت حتى اكتوبر. **[2]**

3 - التمر:

التمر هو ثمرة أشجار النخيل وهو أحد الثمار الشهيرة بقيمتها الغذائية، وقد اعتمد العرب قديما في حياتهم اليومية عليها، والتمر تأخذ شكلا بيضاويا ويتفاوت مقاسها ما بين 20 الي 60 مم طولا و8 الي 30 مم قطرا، تتكون التمرة الناضجة من نواة صلبة محاطة بغلاف ورقي يفصل النواة عن القسم اللحمي.

3 -1 -إنتاج التمور:

3-1-1- إنتاج التمور في العالم:

تتصدر مصر قائمة الدول المنتجة للتمور ويمثل الجدول التالي أكثر عشرة دول إنتاجا للتمور

جدول I - 1: الدول العشر الأكثر إنتاجا للتمور في 2007. [7]

أكثر عشرة دول إنتاجا للتمور— 2007	
مصر	1,313.69 ألف طن
إيران	1,000.00 ألف طن
السعودية	982.54 ألف طن
الإمارات العربية المتحدة	755.00 ألف طن
باكستان	557.52 ألف طن
الجزائر	526.92 ألف طن
العراق	440.00 ألف طن
السودان	332.00 ألف طن
عُمان	255.87 ألف طن
ليبيا	175.00 ألف طن
المجموع العالمي	6908.90 ألف طن

3-1-2- إنتاج التمور في الجزائر:

تعتبر التمور من المحاصيل الزراعية المهمة في الجزائر وبلغ إنتاج الجزائر من التمور حوالي 6.5 مليون طن في عام 2009، الجدير بالذكر أن الطاقة الإنتاجية للتمور تعتمد بصفة أساسية على كل من المساحة المزروعة بالنخيل والإنتاج الكلي ومتوسط الإنتاجية لهذا المحصول، حيث يمثل الجدول التالي إنتاج التمور في الجزائر في الفترة ما بين 2000/2001. **[20]**

جدول I - 2: إنتاج التمور في الجزائر في الفترة ما بين 2000/2001

الولاية	دقلة نور 'طن'	الغرس 'طن'	دقلة بيضاء 'طن'	الانتاج الاجمالي 'طن'
ادرار	00	00	572000	572000
اغواط	350	199	2070	4410
باتنة	210	1430	4870	6510
بسكرة	769620	143760	292280	1196660
بشار	00	00	94890	94890
تمنراست	00	00	47930	47930
تبسة	4620	4000	1740	10360
جلفة	250	100	50	400
مسيلة	00	00	2500	2500
ورقلة	434110	207760	66740	708610
البيض	00	8750	00	8750
اليزي	90	620	8000	8710
تندوف	00	500	00	500
الوادي	985450	234920	105820	123691
خنشلة	1610	4880	1480	7970
النعامة	00	1690	190	1880
غرداية	106000	38600	131400	276000
الانتاج الاجمالي	2212310	640000	1331960	4184270

حيث تمثل ولايتي الوادي وبسكرة 58.14% من الإنتاج الوطني للتمور، الوادي بنسبة 29.54% وبسكرة بنسبة 28.6% وتمثل دقلة نور 52.87 من الإنتاج الكلي للتمور.**[20]**

2-3- واحات إنتاج التمور [5]:

تعتبر الواحات المتفرقة عبر ربوع الصحراء الجزائرية المناطق الزراعية الرئيسية لنخيل التمور ويمكن تصنيفها كما يلي:

الزيبان: بسكرة، بوسعادة، طولقة.

وادي سوف: الوادي.

وادي ريغ: ورقلة، توقرت، جامعة والمغير.

واحة واد ميزاب.

توات: أدرار، رقان.

قورارة: تيميمون.

ساورة : بشار.

الهقار : تمنراست.

تيديلكت: عين صالح.

تادميت : المنيعة.

الطاسيلي: إن أمناس و جانت.

3-3- بعض انواع التمور في الجزائر:

تختلف أنواع التمور العديدة بإختلاف 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 الجزائر، حيث يوجد في الجزائر حوالي 800 صنف من أصناف التمور ومن اهمها:

1-3-3- دقلة نور:

كما يدل عليها إسمها، فهي أجود التمر وذات النوعية الرفيعة المطلوبة في كل

مكان من العالم، مراحله كمراحل التمور الأخرى إلا أن بسره يبدأ أحمرا مائلا إلى البرتقالي ثم يصفر ثم يتحول إلى تمر، شكله بيضوي وطويل نوعا ما، لونه أصفر ذهبي تكاد ترى نواته من الخارج لصفائه، و منها ما يكون عسلي اللون، و هو قابل للتصبير إلى سنين إن وجد الظروف الملائمة، وكذلك هو الأغلى سعرا على مدار السنة.

3-3-2- الغـــــرس:

وهو من الأصناف التي تجنى مبكرا باليد حبة حبة في القفاف، مذاقه جيد، ويمر بالمراحل التي تمر بها كل التمور، بسره أصفر و تمره عسلي، وعندما يكون حبه قد بدأ في النضج نصفه أو ثلثه أو أقل من ذلك يسمى المنقر - MNAGGAR - و في آخر النضج يسود سوادا خفيفا محافظا على مذاقه وهو قابل للتصبير مدة طويلة، حيث يتوفر في الأسواق على مدار السنة محشو في أكياس.

3-3-3- البلـــــح :

هو أول مراحل نضج التمر، يكون صغيرا أخضرا غير تام البلوغ بطعم مميز.

3-3-4- البســـــــــر:

هذا النوع من التمور يؤكل قبل أن يصير هشا، حيث يكون حلو المذاق، و كلمة بسر هي مرحلة من المراحل التي تمر بها كل أنواع التمور، أما إذا ما تعدى هذا النوع مرحلة البسر، فإنه يصبح مكسو بغلاف منفصل عن اللبابة و يصير طريا نوعا ما، و قد يتم تصبيره لمن أراد، و هناك من يقدمه كعلف للحيوانات عندما يكون هناك كساد في السوق.

3-3-5- الفطيمـــــي:

تمر من ألذ التمور، وهو منافس للدقلة، ومطلوب في الأسواق، شكله طويل نوعا ما، بسره بني مخضر عند النضج، لونه عسلي مائل الى الاخضرار، ثم تسود مؤخرته في آخر النضج، يتم تصبيره لوقت الحاجة كباقي التمور المصبرة.

3-3-6- دقلة بيضاء:

تمر جاف ولكنه طري.

3-3-7- الحشف:

التمر عندما يكون جافا جدا، يعطى كعلف للماشية.

3-3-8- حمراية:

تحمل إسمها من لونها الأحمر الفاقع، جيدة ومعطرة.

3-3-9- تكرمست :

هذه النخلة تختلف عن أخواتها من حيث الإنتاج، بداية من مرحلة البسر، إذ أن لون تمرها أحمر داكن يميل إلى البنفسجي، و ينضج عسلي مائل إلى السواد، ثم يسود في آخر المطاف، وشكله مدور و ورخي.

3-3-10- تينيسين :

تمر أسود مستطيل، معتدل في حلاوته، بمذاق عنبري.

3-3-11- مش دقلة أو الكنتيشـــــــي:

نوع من التمور التي تنضج في آخر الفصل، وهو أقصر من الغرس، بسره أصفر، ولا يؤكل إلا إذا تم نضجه، حيث ينضج يابسا، ويحبذه كثير من الناس، أما لونه بعد النضج فهو ترابي وليس قابلا للتغيير مهما كانت الظروف،ولا يلين أبدا مهما طال الزمن.

يصنف التمر حسب هيئته و رطوبته إلى ثلاثة أصناف كما في الجدول التالي:

جدول I - 3: أصناف التمور حسب الرطوبة

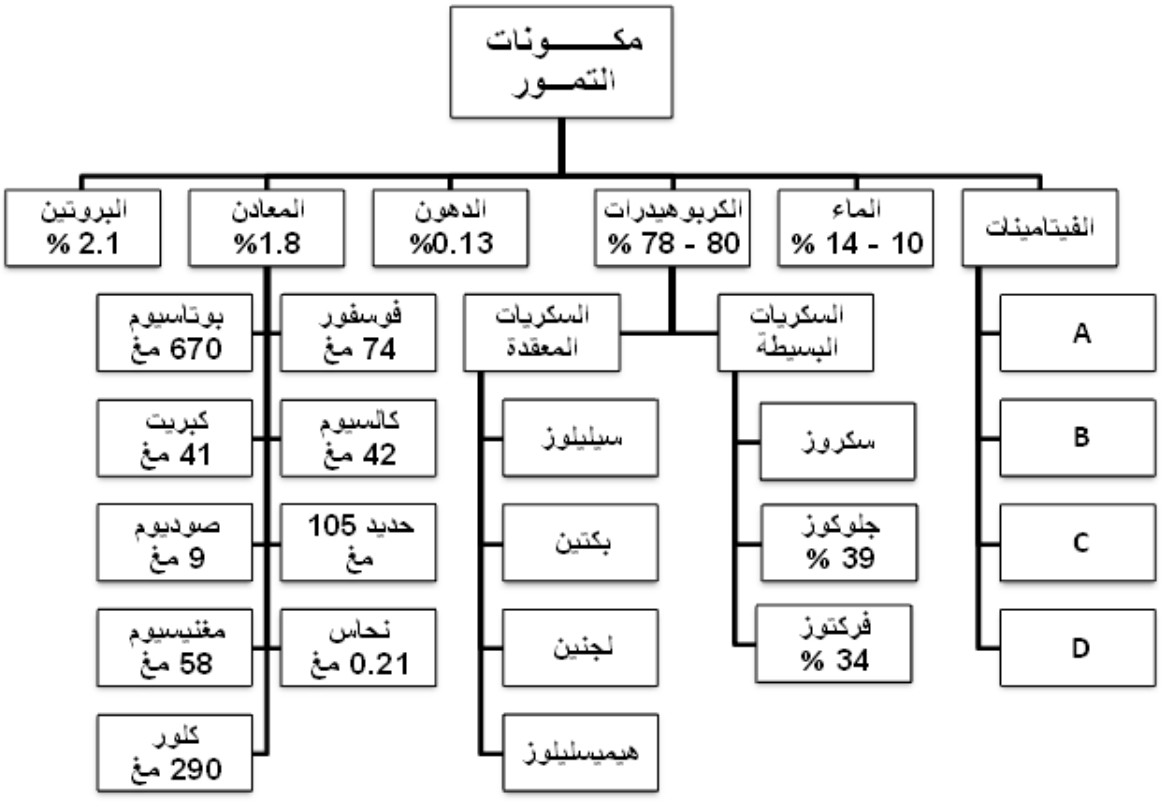
نسبة الرطوبة	التمور الجافة	التمور نصف الرطبة	التمور الرطبة
$\leq 15\%$	•		
$15\% \leq X \leq 25\%$		•	
$\leq 25\%$			•

ومثالا عن ذلك **[4]**:

- **التمـــور الجافة:** دقلة بيضاء- مش دقلة - تين ناصر.
- **التمور النصف جافة:** دقلة نور- تافزوين - تمجوهرت - أزرزة.
- **التمور اللينة:** الغرس – آدالة- بنت أخبالة.

3-4- مكونات التمر:

إن التأمل لتركيب التمر وما يحتويه من عناصر يدرك أنه غذاء كامل وانه منجما لكثير من المعادن والعناصر الوفيرة والنادرة فهو يحتوي تقريبا على كافة العناصر التي يحتاجها الجسم في وظائفه الحيوية مثل السكريات والمعادن والفيتامينات...، والمخطط التالي يلخص مكونات التمور. **[1]**



الشكل ا - 1: مكونات التمور

3-4-1- الماء:

ان النسبة المئوية للرطوبة تبدأ من 85% في مرحلة البلح الى 5-10% في حالة التمور الصحراوية، وفي مرحلة البسر تكون نسبة الرطوبة 50-60%، اما مرحلة

المنقر تكون نسبة الماء 40%-35، وتنخفض الى 24% في المرحلة النهائية مرحلة النضج. **[2]**

3-4-2- السكريات:

تعتبر السكريات من أهم مكونات التمور حيث تمثل أكثر من 50% من الوزن الجاف للثمرة منزوعة النوى . ويوجد السكر في التمور على صورتين هما :

- سكر ثنائي ويمثله السكروز (سكر القصب)
- سكر أحادي ويمثله كل من الجلوكوز(سكر العنب) والفركتوز(سكر الفواكه).**[2]**

3-4-3- الحموضة:

ترتفع الحموضة في بداية عمر الثمرة وتبلغ اقصاها في الطور الثاني' البلح '، ثم تأخذ في التناقص التدريجي حتى تبلغ أدناها في طور المنقر. والأحماض العضوية التي توجد بنسبة كبيرة وتأثر على حموضة الثمار هي حمض المابيك، يليه حمض الفوسفوريك ثم حمض الستريك، وحمض الاسبارتيك. وبوجه عام تختلف درجة الحموضة بالتمور تبعا لاختلاف الصنف ومرحلة النمو "النضج" وهي تتراوح بين 0.1 - 0.18 %. **[2]**

3-4-4- البروتين:

يحتوي الجزء اللحمي للثمرة على نسبة قليلة من البروتين تختلف باختلاف الصنف وطور النمو ودرجة النضج ، وتتراوح نسبة البروتين في الجزء الطازج للحم التمور ما بين 1.7-2.9% اما في النواة فتبلغ نسبة البروتين 5.2% من الوزن الطازج للنواة.**[2]**

3-4-5- الاحماض الدهنية :

تحتوي التمور على احماض دهنية ذات السلسة الطويلة، وقد لوحظ ان حمض البالميتيك هو اكثر الاحماض الدهنية تواجدا يتبعه الكابريك ثم الكابريليك. **[2]**

3-4-6- الدهون:

يحتوي الجزء اللحمي للتمور على نسبة ضئيلة من الدهون فالتمر منزوع النوى يحتوي على نسبة تتراوح بين 0.3-1.9% بالنسبة للوزن الطازج للثمار. توجد الغالبية

منها بقشرة الثمار على شكل شمع. **[2]**

3-4-7- العناصر المعدنية:

تعتبر التمور من المواد الغذائية المهمة التي تحتوي على مصدر جيد للعناصر المعدنية حيث تتراوح نسبتها بين 2- 3.8 % منسوبة الى الوزن الجاف للثمار منزوعة النوى، ويأتي في مقدمة هذه العناصر البوتاسيوم والفسفور والحديد، ثم المغنزيوم والكالسيوم والصوديوم و الفلورين. يليها وبنسب اقل كل من السيليكون والكبريت والكلور والالومنيوم واليود والنحاس. هذا وتقل نسبة الأملاح المعدنية في النواة عنها في لحم الثمرة حيث تصل نسبتها في النواة نحو 1.1%.**[2]**

3-4-8- المواد الملونة للتمر:

إن اللون المميز للثمار يظهر عادة في طور اكتمال النمو مرحلة البسر. وتنحصر هذه الالوان غالبا في اللون الاصفر او البرتقالي المحمر أو الأحمر، والجدير بالذكر أن الكاروتين يعني اللون الاصفر يكون ممتزجا مع الكلوروفيل أي اللون الأخضر في طور البلح، الا أن الكثير منه يفقده عند النضوج ويكون الانثوسيانين هو المسؤول عن لون التمور في مرحلة البسر. **[2]**

3-4-9- الفيتامينات:

تعتبر التمور من المواد الغنية ببعض فيتامينات مجموعة فيتامين(ب) المركب مثل الثياميد (ب1) والريبوفلامين (ب2) والنياسين (ب3) وحمض فوليك وحمض بانتوثينيك. كما تحتوي التمور على نسبة متوسطة من فيتامين (أ)ونسبة من فيتامين (ج) وأخرى ضئيلة جدا من فيتامينات (د)،(هـ)،(ك). **[2]**

4- الصناعات القائمة على النخيل والتمور:

4-1- الصناعات القائمة على النخيل:

تستغل أجزاء النخلة في العديد من الصناعات حيث يمثل الجدول التالي أجزاء النخلة و الصناعات القائمة عليها **[1]**:

جدول I - 4: أجزاء النخلة و الصناعات القائمة عليها

جزء النخلة	الصناعات المعتمدة عليه
الجذع	السقوف / أعمدة المنازل / القناطر / قنوات الري / ويستخدم للتدفئة
السعف	بناء العرايش والقمريات / مصدات للرياح لحماية المزروعات .
الخوص	صناعة الحصران / الزنابيل / سفرة الطعام / القبعات / المراوح اليدوية / المكانس / أكياس خزن التمر .
الجريد	صناعة النوافذ / الأثاث المنزلي / قوارب الصيد .
ليف النخلة	الحبال / حشو الأثاث والوسائد /الاستحمام / وتنظيف أوعية الطعام .
عذق التمر	صناعة الحبال والمكانس .
نوى التمر	علف للحيوان ووقود للأفران الصغيرة

4-2- الصناعات القائمة على التمور[22]:

بالإضافة الى أن التمور مادة غذائية فانه يمكن أيضا استغلال سكرها لتحويله إلى وقود، ونواتها تحوّل إلى بن قهوة، فيما تستغل الألياف كغذاء صباحي، حيث لديه قيمة غذائية أكثر من الخبز أو السميد، ويمكن استخراج الزيوت من النواة قبل إنجاز القهوة.

وتستغل التمور أيضا كعلف للماشية، نقصد بذلك النواة بالدرجة الأولى وكذلك التمور التي تفسد بفعل تقلبات الجو الذي يمنع في بعض الأحيان نضجه في أوقاته، أو التي تفسد وهي ناضجة على النخل. ويمكن تحويل هذه التمور الى بيوايثانول.

وهناك العديد من الصناعات القائمة على التمور ومجالات كثيرة يدخل فيها، ومن أهم هذه الصناعات هي :

4 2 1 صناعة السكر السائل:

ويتم إنتاج السكر السائل من التمر باستخدام وسائل التكنولوجيا الحديثة التي تعتمد على استخلاص سكريات التمر بعد التخلص من المواد غير السكرية والبروتينات والأحماض والأملاح والصبغات باستخدام طريقة المبادلات الأيونية، يلي ذلك تبخير

المحلول السكري الناتج (تركيز 15-20%) 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 خصوصا من الضغط العالي يمكن الحصول على السوربيتول والمانيتول. ويستفاد من الفضلات الناتجة كالنوى والألياف والقشور في صناعة الأعلاف بعد مزجها وتجفيفها وطحنها. كما أن واحد طن من التمور يعطي 570 كجم من السكر السائل.

4 2 2 -صناعة مربى التمر:

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

4 2 3 -صناعة الكحول الطبي:

يستخدم في تصنيع الإيثانول التمور الرديئة والتمور التي يمضي على إنتاجها عام أو أكثر، وتتضمن عملية التصنيع باستخلاص المادة السكرية من التمور على صورة عصير ثم ترشيحه لإزالة الشوائب، ثم يبستر العصير، ومن ثم يخمر في مستودعات خاصة للتخمير ويتم تقطيره وتعبئته.

(عصير تمر مخفف + خميرة ' ظروف نمو لاهوائية '← كحول ← أجراء عملية التقطير ← تعبئة)

ويعطي الطن الواحد من التمر ما يعادل 270 لتراً من الكحول الإيثيلي النقي الذي يكون تركيزه 25,96%. ويستخدم الكحول المنتج لأغراض طبية أو صناعية.

4 2 4 -صناعة الخل:

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

4 2 5 -صناعة خميرة الخبز Saccharomyces cerevisiae :

يسهم نقيع التمر المتخمر في إضفاء النكهة الحامضية المرغوبة للخبز، إضافة لإحداث عملية التخمر، والمسؤول بالدرجة الأولى عن الحموضة هو تكوّن حمض اللاكتيك وحمض الخليك.

(عصير تمر مخفف + خميرة ' ظروف نمو هوائية ' ← خميرة الخبز ← فصل ← غسل ← تجفيف ← تعبئة)

4 2 6 -إنتاج البروتين الميكروبي (SCP) والمعزز الحيوي Probiotic:

يستخدم في تغذية الإنسان والحيوان

(عصير التمر + أحياء مجهريه نقية منتخبة ' توفير الظروف الملائمة للنمو' ← بروتين ميكروبي أو معزز حيوي ← غسل ← تجفيف ← تعبئة)

4 2 7 -صناعة الريون:

تتم صناعته عن طريق صناعة حمض الخليك الذي تتم معاملته خلال خطوات معينة لإنتاج خيوط الريون التي تستخدم في الصناعة.

4 2 8 -إنتاج الأحماض الامينية والعضوية:

(عصير التمر+ إحياء مجهريه نقية 'توفير الظروف الملائمة للنمو'← أنزيمات - أحماض عضوية - أحماض امينية).

5- فوائد التمر العلاجية والوقائية:

للتمر قيمة غذائية عظيمة فهي تضاهي بعض أنواع اللحوم وثلاثة أمثال ما للسمك من قيمة غذائية، ويعطى على شكل عجينة أو منقوع يغلى ويشرب على دفعات، ويفيد خاصة الأولاد والصغار والشبان والرياضيين والعمال والناقهين والنحيفين والنساء الحاملات، و يستخلص عدد كبير من الأدوية والمضادات الحيوية والفيتامينات من التمر لاستخدامها كعقاقير للوصفات الطبية لعلاج الأمراض، و يعتبر من الأغذية التي تحمي من مرض السرطان لأنه غني بعنصر المغنيسيوم، ويمتاز التمر بعدة فوائد صحية من أبرزها:

- ✓ - خفض نسبة الكلسترول بالدم والوقاية من تصلب الشرايين لاحتوائه على البكتين .
- ✓ - منع الإصابة بسرطان الأمعاء الغليظة والوقاية من مرض البواسير وتقليل تشكل الحصيات بالمرارة .
- ✓ - منع تسوس الأسنان لاحتوائه على الفلور .
- ✓ - علاج لفقر الدم (الأنيميا) لاحتوائه على الحديد والنحاس وفيتامين ب2.
- ✓ - علاج للكساح ولين العظام لاحتوائه على الكالسيوم والفوسفور وفيتامين أ .
- ✓ - علاج للروماتزم ولسرطان المخ لاحتوائه على البورون .
- ✓ - مضاد للسرطان لاحتوائه على السلينيوم وقد لوحظ أن سكان الواحات لا يعرفون مرض السرطان .
- ✓ - علاج لأمراض الجهاز الهضمي العصبي لاحتوائه على فيتامين ب1

6- الخاتمة:

يتضح من خلال دراستنا في هذا الفصل ان التمر يعتبر من اهم المواد الغذائية الكاملة لاحتوائه على العديد من العناصر الغذائية المهمة. كما تعتبر كمادة خام في العديد من الصناعات التحويلية لكثرة مشتقاته وأهميته الغذائية و العلاجية.

II- البيوايثانــول

1 - مقدمـة :

عرف الإنسان الوقود الحيوي الصلب مثل الخشب والنفايات المجففة منذ اكتشاف النار واستعمل الوقود الحيوي السائل منذ الأيام الأولى لصناعة السيارة وقد صمم مخترع محرك الاحتراق الألماني" نيكولاس أوتو" محركه للعمل بسائل الإيثانول أما مخترع محرك الديزل الألماني" رودولف ديزل" فقد صمم محركه للعمل بزيت الفول السوداني، وصمم الأمريكي "هنري فورد" نموذج سيارته الأصلي نوع تي وهي السيارة التي أنتجت خلال الفترة من 1903 إلى 1926 للعمل كليا بالايثانول، وبعد اكتشاف النفط الرخيص واستخراجه من أعماق الأرض (بولايتي تكساس وبنسلفينيا الأمريكيتين) بدأت السيارات في استعمال الوقود من النفط.**[8]**

2- الوقود الحيوي:

الوقود الحيوي هو الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية منها، وهو احد أهم مصادر الطاقة المتجددة، على خلاف غيرها من الموارد الطبيعية مثل النفط والفحم الحجري وكافة أنواع الوقود الأحفوري والوقود النووي. وهو وقود نظيف يعتمد إنتاجه في الأساس على تحويل الكتلة الحيوية سواء كانت ممثلة في صورة حبوب ومحاصيل زراعية مثل التمر الذرة وقصب السكر أو في صورة زيوت مثل زيت فول الصويا وزيت النخيل وشحوم حيوانية، إلى إيثانول كحولي أو ديزل عضوي مما يعني إمكانية استخدامها في الإنارة وتسيير المركبات وإدارة المولدات، وهذا حادث فعلا وعلى نطاق واسع في دول كثيرة أبرزها أميركا والبرازيل وألمانيا والسويد وكندا والصين والهند، إن زيادة الطلب على الوقود الحيوي هو بسبب مجموعة من الاحتياجات المتزايدة على الطاقة مثل ارتفاع تكاليف النفط، الرغبة في مصادر طاقة نظيفة والرغبة في زيادة الدخول الزراعية في البلدان المتقدمة.

بدأت بعض المناطق بزراعة أنواع معينة من النباتات خصيصًا لاستخدامها في مجال الوقود الحيوي، منها الذرة وفول الصويا في الولايات المتحدة، وأيضا اللفت في أوربا، وقصب السكر في البرازيل، وزيت النخيل في جنوب شرق آسيا.**[9]**

2-1- أنواع الوقود الحيوي:

هناك العديد من أنواع الوقود الحيوي منها السائل مثل كحوليات الإيثانول والميثانول والغازي مثل الميثان والصلب مثل الخشب والفحم وروث الحيوانات، لكن إنتاجه على مستوى تجاري بدول العالم يكاد ينحصر في نوعين فقط من الوقود السائل هما الإيثانول الحيوي و الديزل الحيوي ويستخدمان كوقود للسيارات.**[8]**

2-1-1- الديزل الحيوي Biodiesel:

الديزل الحيوي مصطلح يشير إلى إستير الميثيل المشتق من الزيوت النباتية أو الدهون ويمكن استخدامه مباشرة Transesterification. الحيوانية من خلال عملية التحويل الإستيري في محركات الديزل بدون أي تعديلات وهذا ما يميزه عن الزيوت النباتية المباشرة ونفايات (الزيوت النباتية التي تستخدم كوقود في بعض محركات الديزل المعدلة) ويمكن خلط الديزل الحيوي مع ديزل النفط بأي نسبة ويتميز بأنه سهل الاستعمال، قابل للتحلل وغير سام وهو خالي أساسا من الكبريت والروائح ,وينظر للديزل الحيوي كبديل لديزل النفط وأكثر أنواعه شيوعا هي:

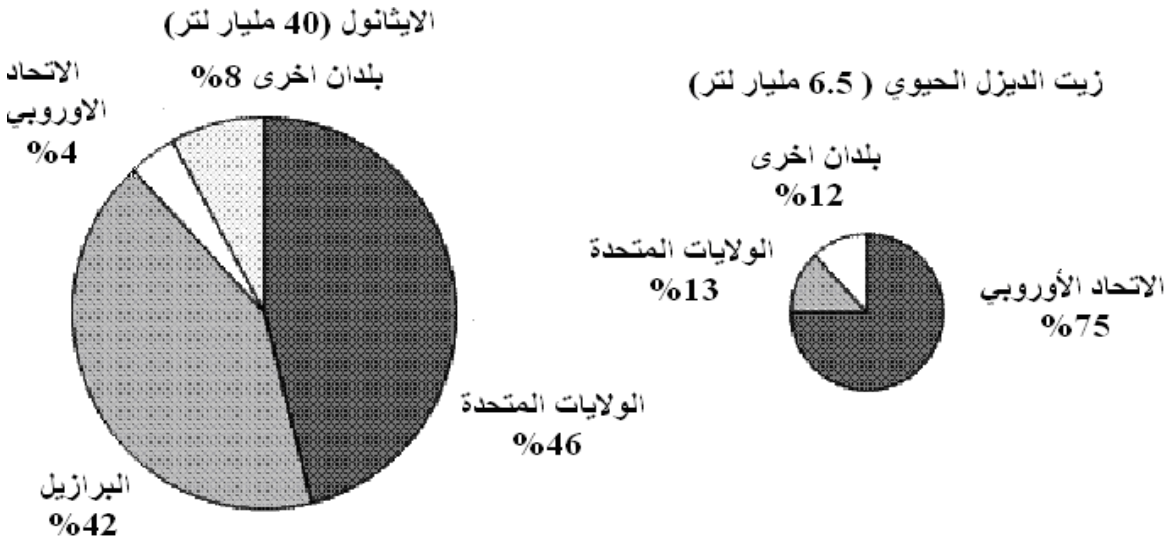
- B20 (20% ديزل حيوي و 80 % ديزل نفط)
- B80 (80% ديزل حيوي و 20 % ديزل نفط)
- B100 (100% ديزل حيوي).**[8]**

2-1-2- الإيثانول الحيوي Bioethanol:

يصنع الإيثانول الحيوي من نشاء الحبوب أو السكر وينتج بكميات كبيرة عن طريق عمليات التخمير Fermentation والتقطير وأثناء عملية التخمر يطور الجلوكوز إلى إيثانول وثاني أكسيد الكربون. إن تفاعل الإيثانول المحترق مشابه لتفاعل الهيدروكربونات المحترقة في البنزين حيث يتفاعل الإيثانول مع الأكسجين لإنتاج ثاني

أكسيد الكربون والماء والحرارة وينظر للإيثانول كبديل للبنزين ويستخدم كوقود للسيارات بعد خلطه بالبنزين بنسب متفاوتة وأكثر أنواعه استعمالاهما :

- E10 (10% إيثانول و 90 % بنزين).
- E85 (85% إيثانول و 15 % بنزين).**[8]**



الشكل II-1: الإنتاج العالمي لزيت الديزل الحيوي و الإيثانول عام 2008. [10]

ويمكن أن ينتج الوقود الحيوي (الإيثانول) علي شكلين:**[11]**

❖ **الإيثانول الرطب:**

حيث ينتج عادة بالتقطير من إختمار الكتلة العضوية، ويحتوي علي نسبة 95% (Ethanol) وهو مناسب كوقود عندما يمزج بنسبة 15% من وقود البترول.

❖ **الإيثانول اللامائي:**

حيث يجفف الإيثانول الرطب ويتكون إيثانول لامائي وتكون نسبة الإيثانول 100% ويمكن أن يستخدم كوقود لوحده.

يتميز الإيثانول بالعديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية واهم هذه خصائصه الفيزيائية تعطى في الجدول التالي:

❖ **خواص الإيثانول الفيزيائية:**

جدول II-1: خواص الإيثانول الفيزيائية. [11]

القيمة الحرارية	MJ/kg 27.3
اللزوجة الديناميكية	Pa.s 1.2
الكثافة	kg/m^3 794
درجة الغليان	78.5 ^oc
الوزن النوعي 15.5^oC	0.79
الذوبانية	يختلط بالماء والبنزين
درجة حرارة التجمد	114.3
الرقم الاوكتاني RON	98.0

❖ **خواص الإيثانول الكيميائية:[11]**

- **الاحتـراق:**

يحترق الإيثانول في وجود الأكسجين وفقاً للمعادلة التالية:

$$C_2H_5OH_{(2)} + 3O_2\ (g) \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

- **تفاعلات الأكسدة:**

يتفاعل الإيثانول في وجود مؤكسد ووسط حمضي كالتالي:

$$C_2H_5OH + [OX] \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$$

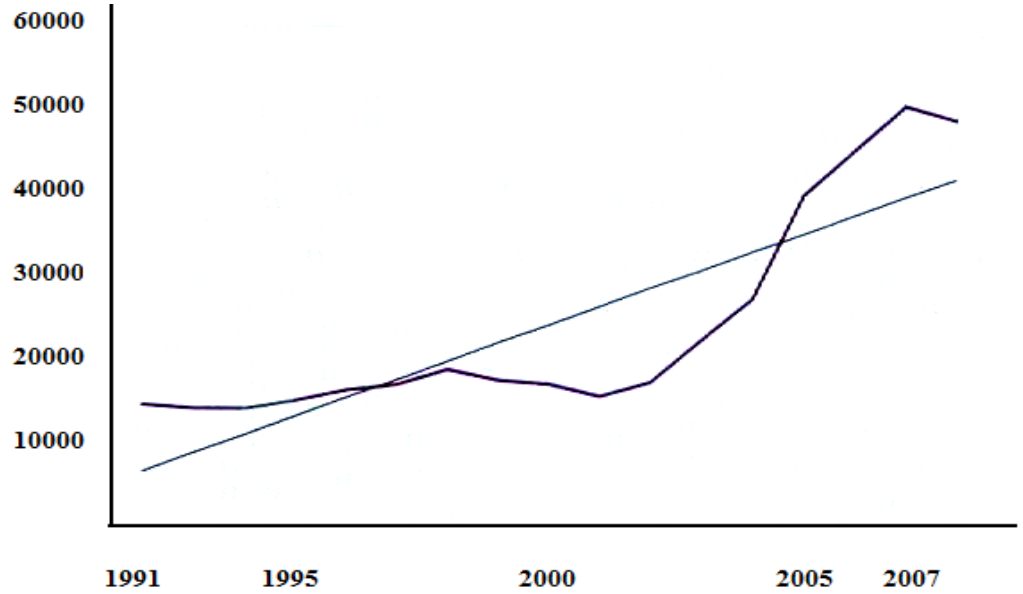
وتحتاج محركات السيارات إلى إجراء بعض التعديلات والإضافات حتى يمكنها استعمال الإيثانول وتعمل شركات السيارات وعلى رأسها شركة فورد الأمريكية وفولفو السويدية على إنتاج طرازات خاصة من السيارات ملائمة لاستخدام الوقود الحيوي أو البنزين بتزويدها بمحركات يمكنها التعرف على نوع الوقود.

ويلاحظ أن للتمور درجة متفوقة في إنتاج الإيثانول الحيوي مقارنة بقصب السكر,البنجر السكري والذرة وهذا ما يتضح من خلال الجدول التالي :

جدول II-2:المواد الأولية المستخدمة لإنتاج الإيثانول الحيوي.[12]

المادة الأولية المستخدمة	كمية الإيثانول الحيوي المنتج من 1 طن مادة أولية مقدرة باللتر
قصب السكر(محصول موسمي)	60 لترا
البنجرالسكري (محصول موسمي)	116 لترا
الذرة (محصول موسمي)	375 لترا
التمر (محصول دائمي)	280 لترا

كما يعد إنتاج الإيثانول على المستوى العالمي في تزايد مستمر كما هو الحال من خلال المنحنى التالي لتطور إنتاج الإيثانول عالميا وذلك من سنة 1991 إلى غاية 2007.



الشكل II-2: تطور إنتاج الإيثانول في العالم مليون لتر (1991-2007).[9]

2-2- أجيال الوقود الحيوي:[9]

2-2-1- الجيل الأول للوقود الحيوي:

- الزيوت النباتية
- الديزل الحيوي
- الكحول الحيوي
- الغاز الحيوي
- الغاز الصناعي
- الوقود الحيوي الصلب

2-2-2- الجيل الثاني للوقود الحيوي:

- محاصيل غير غذائية
- المخلفات الحيوية (القش والأخشاب)
- محاصيل متخصصة بالطاقة الحيوية وتتضمن: الوقود الحيوي السليليلوزي
- الهيدروجين الحيوي
- الميثان الحيوي
- ثنائي ميثل الفوران / ثنائي ميثل الفوران الحيوي
- ديزل الهيدروجين الحيوي

2-2-3- الجيل الثالث للوقود الحيوي:

وقود الخلايا النباتية (الزيت الطحلبي) و تتميز بما يلي:

- نسبة الزيت (20-50 % من الوزن الجاف)
- معدل سريع للنمو(1- 3 تضاعف في اليوم)
- تعيش في المياه المالحة والساحلية
- يمكنها استغلال العناصر من المياه المعالجة
- تثبيت ثاني أكسيد الكربون
- يمكن زراعتها بأوعية (مفاعلات ضوئية)
- لها نواتج ثانوية ذات قيمة عالية (أسمدة، أعلاف)

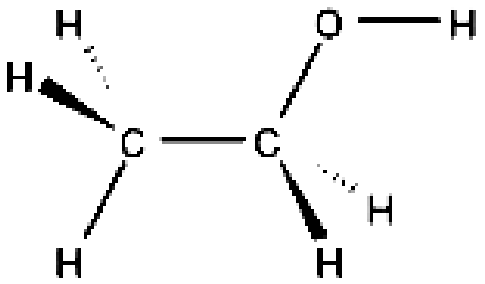
2-2-4- الجيل الرابع للوقود الحيوي:

يعتمد على تحويل الزيت النباتي والديزل الحيوي إلى البنزين.

3- طرق تحضير البيوايثانول:

تعتبر الكتلة الحيوية (Biomass) من المواد الأولية في صناعة و تحضير الإيثانول الحيوي. وهي المواد التي تأتي من النباتات، حيث تقوم النباتات بتخزين الطاقة الناتجة من عملية البناء الضوئي على هيئة سكريات بعض النباتات مثل قصب السكر وبنجر السكر في صورة سكريات بسيطة، وهناك نوع آخر من النباتات تخزن الطاقة في صورة سكريات معقدة (النشا) مثل الذرة. الجدير بالذكر أن النفايات العضوية تعتبر من الكتل الحيوية لأنها بدأت كمادة نباتية في الأصل .

إن النباتات بالإجمال، تضم في تكوينها الكيميائي نوعين من أنواع السكريات النشاء و السكروز، و الذين يتحولان إلى الإيثانول، و نحصل عليه عبر عملية تخمر السكر المستخرج من النباتات السكرية، أو عبر عملية التحليل المائي للنشاء الموجود في الحبوب. و بالتالي نرى، أن أساس العملية ككل، هو السكر الموجود في داخل النباتات.



الشكل II–3:التركيب الكيميائي لذرة الإيثانول الحيوي

وتكون مراحل تحضير البيوايثانول بصفة عامة حسب المراحل التالية: **[13]**

3-1- تحضير المادة الأولية:

حيث نقوم بعملية طحن المواد الزراعية (الذرة، قصب السكر، القمح .....) لتوحيد حجم الجسيمات و استخراج المواد السكرية منها.

3-2- معالجة المادة الأولية:

وفي هذه العملية تتحول السكريات المعقدة إلى سكريات بسيطة من خلال عملية تسمى التميؤ الحمضي (Acid hydrolysis) حيث يضاف كمية من حمض الكبريتيك المخفف إلى الكتلة الحيوية لتكسير سلاسل السكريات المعقدة إلى أبسط منها.

3-3- التميؤ السيليلوزي وإنتاج الإنزيم:

يتم تحويل السيليلوز إلى جلوكوز من خلال تفاعل يسمى التحلل المائي الإنزيمي، حيث يستخدم إنزيم cellulase في هذه الخطوة لتكسير السيليلوز إلى جلوكوز(نشاط ميكروبي).

4-3- التخمر الكحولي:

التخمر هو تفاعلات كيميائية متتالية تحول الجلوكوز إلى إيثانول من خلال نوع من الفطريات أو البكتيريا التي تتغذى على السكريات حيث يتم إنتاج الإيثانول وثاني أكسيد الكربون حسب المعادلة التالية :

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_6O + 2CO_2$$

5-3- التقطيـر:

و في هذه العملية يتم فصل الإيثانول عن الخليط .

6-3- معالجة الإيثانول:

و فيها يتم إزالة المياه المتبقية من خلال عملية التجفيف.

4- إنتاج الإيثانول من التمور:[14]

إن السكريات الموجودة في التمور، تؤهلها لإنتاج الإيثانول عالي النقاوة، فظروف إجراء هذا التفاعل تتطلب وجود سكريات في المادة الأولية بتركيز أدنى قدرة 8%. لكي تتم عملية التخمير اللاهوائية والحصول على الإيثانول، تم تحويله إلى المنتج النهائي، وهو الخل الذي يحتوي على 4% من حامض الخليك CH_3COOH.

لقد بينت التجارب المخبرية أن مكونات التمر تعتبر مثالية للحصول على الإيثانول، فنسبة المواد الصلبة غير السكرية في عصير التمر بعد تنقيته، أقل بكثير منها في المصادر النباتية الأخرى، كذلك فإن ارتفاع تركيز المواد السكرية في التمر ووجود مواد

غذائية للخميرة فيه، تضفي عليه ميزات إيجابية تجعل عملية الحصول على الإيثانول منه تتم بكفاءة عالية.

وتمر مراحل إنتاج الإيثانول من التمر عمومًا بثلاث خطوات رئيسة هي:

4-1- تحضير عصير التمر:

ويطلق عليها اسم الاستخلاص، وهي عملية فصل فيزيوكيميائية تخضع لقوانين كتلة المواد، والهدف منها الحصول على عصير تمر بتركيز مواد صلبة ذائبة مقداره 19%، وألياف بنسبة لا تتجاوز 8%، ولإنجاز ذلك تستعمل أحواض خاصة تحتوي على ماء ساخن بدرجة حرارة من مدى 80 إلى 85 درجة سلسيوس، بوجود خلاط واسطوانات تدار بمحركاتها، لفصل النوى والشوائب عن التمر، وكذلك لإذابة السكريات الموجودة في التمر.

وفي هذه المرحلة يجب المحافظة على درجة الحرارة ضمن المدى الحراري السابق، فعند انخفاض درجة حرارة المزيج، يؤدي ذلك إلى فقدان بعض السكريات الموجودة في التمر، أما عند زيادتها فوق 85%، فإن بعض السكريات تتحول إلى مركبات أخرى، كما يظهر الميثانول بسبب تحول البكتين الموجود في التمر، كذلك ينبغي الانتباه إلى لزوجة المحلول المتشكل، أي النسبة بين التمر والماء، فعند زيادة اللزوجة، قد يحدث انسداد للأنابيب الناقلة للمزيج، أما عند زيادة كمية الماء بالمقارنة بكمية التمر، فإن ذلك يؤدي إلى انخفاض الكفاءة التشغيلية للأجهزة وزيادة في الكلفة المادية التشغيلية، وقد بينت الحسابات الكيميائية أن نسبة 19% من المادة الصلبة إلى السائلة تعتبر مناسبة، مع ضبط سرعة مرور المزيج في الأنابيب الناقلة، والتحكم الدقيق في زمن مكوث الخليط في حوض الاستخلاص والتي تقدر بحوالي 15 دقيقة، وسرعة خلط تبلغ 23 دورة / دقيقة، يعقب تلك المرحلة، مرور المزيج على مناخل خاصة، تعمل عل الطرد المركزي، لفصل النوى عن المحلول المتكون، ثم ينقل المزيج إلى منخل آخر ذي فتحات صغيرة لفصل الألياف الخشنة، والتي يتم نقلها إلى اسطوانة لولبية متحركة لغسل تلك الألياف من جديد بالماء لاستخلاص السكر العالق فيها قبل التخلص منها .

2-4- تخمير عصير التمر:

ويتم في هذه العملية تحويل السكريات إلى إيثانول وثاني أكسيد الكربون بالاستعانة ببعض الخمائر الخاصة .

ولتشريع عملية التخمير، يتم إضافة أحد مركبات الفسوفات اللاعضوية، والتي سوف تتحول لاحقًا إلى فوسفات عضوية، مع ضرورة الانتباه إلى أن التفاعل السابق يتم ضمن ظروف محكمة، فتغير درجة الحرارة وارتفاعها، يؤدي إلى تشكل بعض المركبات العضوية، كالألدهايدات، وتستغرق عملية تخمير عصير التمر حوالي 24 ساعة.

3-4- مرحلة التقطير:

وتهدف هذه العملية إلى الحصول على الإيثانول بتركيز لا يقل عن 96%، وبالرغم من وجود عدد كبير من المركبات الكيميائية في مزيج التمر المتخمر، إلا أن التفاوت في درجات غليان تلك المواد، يلعب دورًا حاسمًا في فصل الإيثانول الذي تبلغ درجة غليانه 78.3 سلسيوس، وتتم عملية التقطير داخل أبراج خاصة بذلك، وقد يتفاوت عددها، من برجين إلى خمسة أبراج تبعًا لحجم المصنع ورأس ماله، ويتم خلال تلك العملية نقل المزيج من برج إلى آخر لزيادة تركيز الإيثانول للوصول إلى تركيز يبلغ حوالي 96% في البرج الأخير.

يتم في البرج الأول، فصل الإيثانول عن المواد الثقيلة والخميرة والشوائب المختلفة، حيث يتم الحصول على إيثانول بتركيز 50% فقط، ثم ينقل ناتج التقطير إلى البرج الثاني، ثم إلى البرج الثالث وهكذا، لرفع تركيز الإيثانول والتخلص من الماء في كل مرحلة من مراحل عملية التقطير، والتي تتم ضمن ظروف تشغيلية محكمة ووفق منحنيات الاتزان الديناميكي لكل من البخار والسائل.

إن الحصول على الإيثانول من التمر، يعتبر في الواقع عملية كيميائية صناعية مهمة للغاية، فالإيثانول يعتبر مادة كيميائية تستخدم في العديد من الصناعات، ولها

استعمالات طبية مهمة، كما تعتبر مادة أولية لإنتاج الخل الذي بدوره سيتم استخدامه لإنتاج الحرير الصناعي المطلوب محليًا وعالميًا بشكل كبير.

ومنه فمن الممكن أيضا إنتاج الإيثانول الحيوي من المخلفات العضوية بدلا من المواد الغذائية، وهي بالفعل قيد النظر كمادة وسيطة لإنتاج الإيثانول الحيوي مثل :

- ❖ المخلفات الزراعية (قش الذرة، بقايا المحاصيل، سيقان وأوراق الشجر).
- ❖ النفايات الصلبة (القمامة المنزلية، و المنتجات الورقية).
- ❖ محاصيل الطاقة (الأشجار والأعشاب سريعة النمو). **[13]**

5- الخاتمـــة:

لقد كانت دراستنا في هذا الفصل متركزة على الوقود الحيوي (الإيثانول) وأنواعه بالإضافة إلى أهم خواصه وإنتاجه على المستوى العالمي، وتناولنا أيضا طرق ومراحل إنتاجه من التمور التي تعتبر من أهم المصادر.

III-السكريات و التخمر

III-I-السكريـــات:

1- مـقـدمـــــة:

تحتل السكريات مكانا هاما وأساسيا في حياة النبات والحيوان والانسان، وتعتبر اكثر المركبات الحيوية انتشارا في الطبيعة، حيث تقوم النباتات الخضراء بأنوعها البرية والبحرية بتحويل كميات هائلة من ثاني أكسيد الكربون إلى سليلوز ومواد كربوهيدراتية أخرى حيث سنتطرق في هذا الفصل إلى تعريف السكريات وتقسيم السكريات وبعض أنوع السكريات الأحادية وإلى فوائد السكريات. **[16،15]**

2- تعريف السكريات:

تتكون السكريات من ثلاث عناصر أساسية هي الكربون والأوكسجين والهيدروجين بالإضافة إلى وجود عناصر أخرى مثل: النتروجين والكبريت في بعض أنواع السكريات جاءت تسمية السكريات بالكربوهيدرات نظرا لأن صيغتها العامة يمكن كتابتها $(CH_2O)n$، حيث$n \geq 3$، غير إن هذه الصيغة لا تشمل كل أنواع السكريات لأنها لا تضم الذرات الأخرى مثل S وN وكذالك أن (O،C،H) يتغير في بعض أنوع السكريات الكحولية (مانيتول، سربتول). **[15،16]**

وتعرف السكريات بدقة بأنها الدهيدات أو كيتونات متعددة الهيدروكسيل أو المواد التي تعطي عند تحللها مائيا هذه المركبات المذكور.

3 - تقسيم السكريات:

نظرا لتنوع السكريات من مركبات بسيطة جدا إلى مركبات بالغة التعقيد فإن السكريات تقسم عادة إلى ثلاثة أقسام هي: السكريات الأحادية (البسيطة) وقليلة التعدد والمتعددة، ويعتمد هذا التقسيم على درجة التعقيد وكذا على قابلية التحلل عند التسخين والمعاملة بالأحماض المخففة أو الإنزيمات المتخصصة. **[15،16]**

3-1- السكريات الأحادية:

3-1-1- تعريف السكريات الأحادية:

وهي السكريات التي لا يمكن تحليلها مائيا أو إنزيميا إلى وحدات أصغر وهي عادة

ذات مذاق حلو وجيدة الذوبان في الماء. **[15،16]**

تقسم السكريات الأحادية حسب نوع المجموعة الفعالة الثانية (ألدهيد أو كيتون) وكذا حسب عدد ذرات الكربون في السكر (من 3الى 7 ذرات). **[15،16]**

- يعتبر سكر الجليسر الدهيد ابسط السكريات الالدهيدية (aldoses)
- ثنائيي هيدروكسي أسيتون ابسط السكريات الكيتونية (ketoses)

وأشهر السكريات الألدهيدية وأكثرها هو الجلوكوز بينما يعتبر الفركتوز أشهر السكريات الكيتونية، وكلاهما سكريات سداسية.

3-1-2- بعض الخصائص الكيميائية للسكريات الأحادية:

3-1-2-1- القدرة الارجاعية :

السكريات المحتوية على مجموعة ألدهيد أو كيتون حرة أو كامنة (تصبح حرة في وسط التفاعل) تتأكسد في وسط قاعدي، وتعمل على إرجاع أيونات النحاسيك الثنائية Cu^{+2} إلىCu^{+} الأحادية التي تترسب في صورة أكسيد النحاس Cu_2O ذو اللون الأحمر الأجوري. **[15،16]**

راسب أحمرCu_2O + الحمض المقابل ⟵ $Cu(OH)_2$ + سكر مرجع

3-1-2-2- أكسدة السكريات:

تتأكسد السكريات في وسط حامضي بوجود عامل مؤكسد إلى الأحماض المقابلة له. **[15،16]**

3-1-2-3- ميثلة السكريات:

وهو تفاعل السكر مع كبريتات ثنائي الميثيل $(CH_3)_2SO_4$ أو مع يوديد الميثيل CH_3I، مما يؤدي إلى استبدال ذرات H المرتبطة على OH الحرة بمجموعة CH3 حيث يختلف عدد المجموعات الميثيل المضافة باختلاف مجموعة OH الحرة.**[15،16]**

3-1-2-4- تكوين الأسترات:

تتكون الأسترات نتيجة التفاعل بين مجموعة هيدروكسيل من السكر وحامض عضوي أو غير عضوي، حامض الخليك، بنزويك، شياريك، كبريتيك وتنتج أنواع مختلفة من الأسترات ومن المركبات الأسترية الهامة في الخلايا الحية. **[17]**

3-1-2-5- تكوين الجليكوسيدك:

تتفاعل مجموعة الهيدروكسيل الهيمي استيل في السكريات الأحادية مع الكحولات وتكون جليكوسيدات وذلك بمعاملتها بمحلول حمض قوي كحولي. **[17]**

3-1-2-6- نزع الماء:

عندما تتواجد السكريات الأحادية في محاليل حامضية مخففة تكون ثابتة نسبيا، ولكن عند معاملتها بالأحماض المركزة ونظرا لاحتوائها على العديد من مجموعات الهيدروكسيل فإنها تفقد الماء وتتحول إلى مركبات أخرى. **[17]**

3- 2- السكريات قليلة التعدد(الاليجوسكريدات) Oligosacchardes:

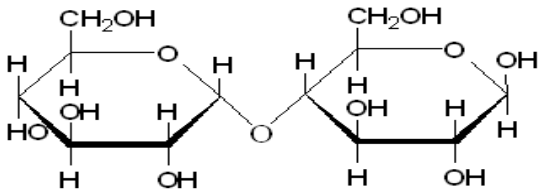
تشمل السكريات التي تتكون من 2 الى 10 وحدات من السكر الأحادي وهي قابلة للتحلل المائي (كيميائي أو إنزيمي) لتنتج سكريات بسيطة، كما ينتج من اتحاد السكريات البسيطة بروابط -O- جليكوسيدية سكريات مركبة تسمى السكريات الثنائية، الثلاثية...الخ، وذلك حسب عدد وحدات السكر البسيط، وأكثر السكريات انتشارا هي الثنائية وخاصة منه المالتوز، اللاكتوز والسكروز ولها نفس الصيغة الجزيئية '$C_{12}H_{22}O_{11}$'. **[15،16]**، ومن أمثلة عن السكريات قليلة التعدد:

3-2-1 المالتوز (Maltose) :

يعرف بسكر الشعير، وهو عبارة عن وحدتين من سكر الجلوكوز مرتبطتين برابطة جليكوسيدية من نوع α(1←4)، والارتباط مابين ذرة الكربون الأولى للجزيء الأول وذرة الكربون الرابعة للجزيء الثاني. **[17]**

يتحلل المالتوز إنزيميا بواسطة إنزيم المالتاز(α-Glucosidase) المتخصص على الرابطة (4→1) α بين وحدتي جلوكوز. **[15،16]**

ويوضح التركيب الكيميائي للمالتوز كما يلي:

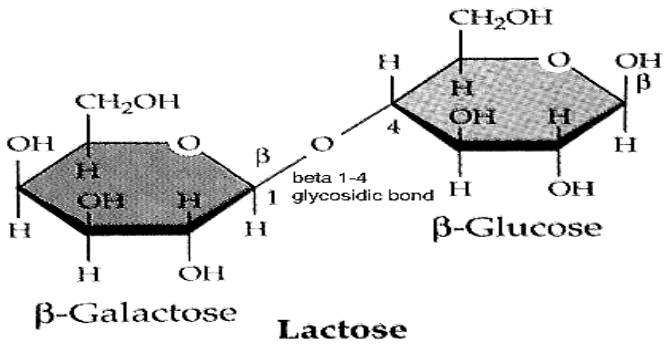


الشكل III - 1: تركيب المالتوز الكيميائي (Mltose)

3-2-2- اللاكتوز (lactose) :

يعرف بسكر الحليب، لتواجده أساسا في الحليب بنسبة تقدر (5%) وهو السكر الوحيد ذو الأصل الحيواني ولا يوجد في النباتات يتكون من β- جلاكتوز + α جلوكوز برابطة (4 ← 1)β وهو سكر مرجع يتواجد في صورتين α- لاكتوز و β- لاكتوز حسب نوع وحدة الجلوكوز **[15،16]**، كما انه يعتبر من السكريات المختزلة.

يتحلل بواسطة إنزيم اللاكتاز Lactase أو(β-Galactosidase) ليعطي جلاكتوز +جلوكوز. **[15،16]**، ويمكن توضيح تركيب اللاكتوز الكيميائي كما في الشكل التالي:



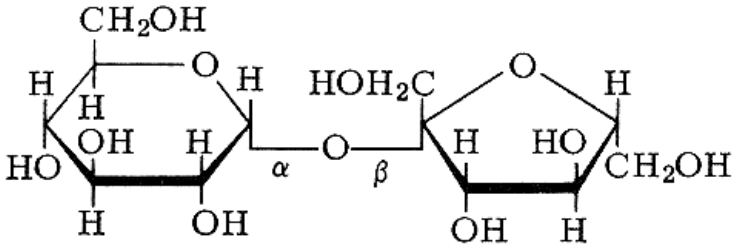
الشكل III - 2:تركيب اللاكتوز الكيميائي

3-2-3-السكروز Sucrose :

يعرف بسكر القصب وكذلك سكر المائدة (Tabe sugar)، وهو أكثر السكرات انتشارا في النباتات، حيث يوجد بكثرة في قصب السكر، البنجر، الدخن وبعض أنواع النخيل وهو نشط ضوئيا. **[17]** يتكون السكروز من β – فركتوز + α – جلوكوز مرتبطان برابطة (1←2)β أو (2←1) α حسب بداية التسمية. يتحلل السكروز بإنزيم السكراز، يعتبر السكروز مركب مرجعي في تحديد درجة الحلاوة لأي مركب، حيث اصطلح على إعطاء السكروز مذاق نسبي يساوي 100 % وتكون السكريات الأخرى اقل أو أكثر حلاوة من السكروز، مثل الجلوكوز 60% والفركتوز 150% واللاكتوز 32%.**[15،16]**

ويمكن توضيح تركيب السكروز الكيميائي كما في الشكل التالي:

α-D-Glucopyranosyl-[α1→2]-β-D-fructofuranose



الشكل III - 1:تركيب الكيميائي للسكروز

3- 3- السكريات المتعددة Polysacharides :

تتكون من عدد كبير من السكريات الأحادية وهي اكثر أنواع الكربوهيدرات انتشارا في المصادر الطبيعية وأهمها النشاء، الجليكوجين والسليلوز.

- تعطي السكريات المتعددة عند تحللها كيميائيا أو بالإنزيمات المتخصصة سكرات أحادية

- يمكن تقسيم السكريات المتعددة حسب ما تحتويه من وحدات بسيطة إلى متجانسة وغير متجانسة.

3-3-1- السكريات المتعددة المتجانسة:

وهي عبارة مركبات ناتجة عن تجمع عديد من السكرات الأحادية، التي غالبا ما تكون من النوع السداسي مرتبطة مع بعضها بروابط جليكوسيدية، والوحدات الأحادية المرتبطة لا يقل عددها عن اثنتي عشرة وحدة، قد يصل عددها إلى آلاف الوحدات حسب نوع الكربوهيدرات المتعددة. ومن أمثلتها في المصادر النباتية النشاء، الكيتين، السيليلوز و الأنيولين، ومن أمثلتها في المصدر الحيواني الجليكوجين والكيتين. **[17]**

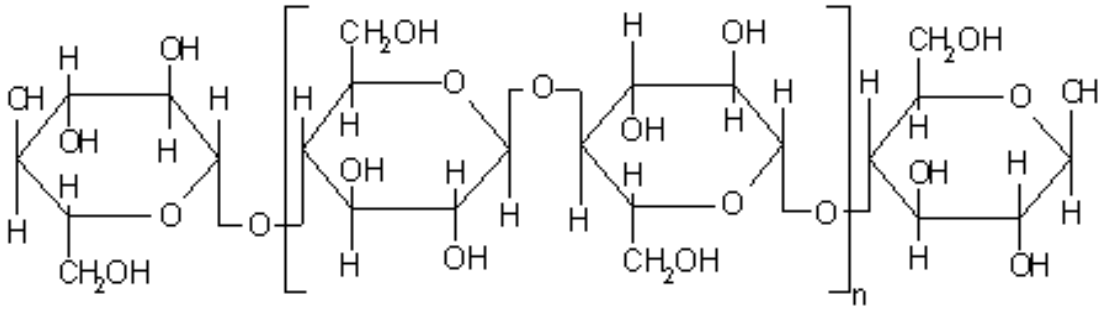
3-3-1-1- النشاء Starch:

يعتبر النشاء المخزون الغذائي الرئيسي في الخلايا النباتية، ويمكن أن يخزن بكميات كبيرة في أعضاء نباتية خاصة مثل الدرنات (البطاطس) والحبوب (القمح والشعير)، ويتكون النشاء من نوعين من المكونات هي: الأميلوز و الأميلوبكتين. **[15،16]**

3-3-1-2- السليلوز Cellulose $(C_6H_{10}O_5)x$:

أكثر المركبات العضوية انتشارا في الطبيعة حيث أن أكثر من 50% من الكربون الموجود في النباتات وهو السليلوز. وهو مادة ليفية مقاومة لا تذوب في الماء البارد أو الساخن. **[15،16]**

السليلوز مادة خام لكثير من الصناعات، فمنه يصنع الورق بالمعاملة بحامض الكبريتيك تركيز (% 70). يتكون السليلوز ما يقارب (10.000) وحدة مستقيمة من نوع D β جلوكوز ترتبط ببعضها بروابط جليكوسيدية β(1←4). **[15،16]**



الشكل III - 2:التركيب الكيميائي للسليلوز

3- 3- 2- السكريات المتعددة الغير متجانسة :

والتي عند تحللها أكثر من نوع واحد من السكريات الأحادية، وغالبا ما تكون السكريات الناتجة مشتقة من السكريات الأحادية مثل: مشتقات الجلوكوز الأحادية أو ثنائية الكبريت، حمض الجلوكورنيك، حمض الجلاكتورونيك ومن أمثلة عن السكريات المتعددة الغير متجانسة:

3- 3- 2- 1- الهيبارين Heparine:

من المركبات المانعة لتخثر الجلد ويصنف أحيانا ضمن متعددة السكريات الأمينية، ويتواجد في أنسجة الرئة الكبد الطحال والدم، ويتكون من جلوكوز وحدات آمين، الجلوكورونك وحامض الكبريتيك.و يصل وزن الجزيء حوالي (20.000) دالتون.**[17]**

3- 3- 2- 2- حامض الهيالورونيك Hyaluronique acid :

وهو سكر متعدد غير متجانس يتكون من نوعين من الوحدات البسيطة هي حامض

الجلوكورينيك N أسيتيل جلوكوز أمين بنسبة 1 إلى 1، مرتبطة بنوعين من الروابط β(1→4) و β(1→ 3) في وضع متعاقب. ويدخل في تركيب الأنسجة ويتواجد أساسا في المادة بين الخلوية خاصة بالجلد و الأنسجة الضامة. **[17]**

3- 4- أهمية السكريات:

- تدخل الكربوهيدرات (السكريات) في التركيب البنائي لجدار الخلية.
- مصدر كبير للطاقة حيث ينتج عن تحللها وأكسدتها طاقة تستخدم في التفاعلات البيوكيميائية لجميع الكائنات الحية.
- لها دور مهم صناعيا وذلك في إنتاج بعض الكحولات التي نحتاجها مخبريا مثل:الايثانول (وهو موضوع بحثنا هذا) انطلاقا من تخمر الغلوكوز.

III-II- التخمر:

1 -المقدمة:

يعد التخمر العملية الأساسية لتحويل السكريات إلى كحول أو أحماض، واستخلاص الخمائر منها و في هذا الجزء سنتطرق إلى دراسة نظرية التخمر بنوعيه الهوائي واللاهوائي بالإضافة إلى التخمر الكحولي و آليته. **[19]**

2 -مفهوم التخمر:

تتراكم نتيجة عملية التمثيل الضوئي في النبات كمية بالغة من المواد العضوية ذات القدرة الكامنة البالغة. ويحصل تحت تأثير الأنزيمات تحولات معقدة لهده 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 بالتخمر (fermentation) و التنفس (respiration) تتم هذه العملية في حال التخمر دون الاعتماد على أكسجين الهواء الخارجي، بينما في حال التنفس تمتص كمية بالغة من الهواء الجوي، وان بعض العضويات الدقيقة microorganismes مثل جراثيم التخمر الزبدي حساسة جدا للأكسجين الجوي و لا تستطيع النمو و التطور حتى بوجود ضغط زهيد منه أما جراثيم التخمر اللبني فلا فرق لديها سواء وجد الهواء أم لم يوجد، إذ

تحصل على القدرة نتيجة التخمر اللبني. ويعتبر التنفس والتخمر عملية واحدة من حيث أنهما يقومان بهدم السكر (الغلوكوز). ولكن الاختلاف يتم في أن التخمر يجري في غياب الأكسجين و تشكل CO_2 والكحول أما التنفس يجري في وجود أكسجين الهواء الخارجي ويؤدي إلى تشكل غاز الفحم والماء. **[18]**

3 -أنواع التخمر: [19]

3-1- التخمر الهوائي (التنفس):

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

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 675.\ K\ cal$$

وتقسم عملية التنفس إلى مرحلتين هما:

3-1-1- الانحلال الجليكولي:

ويتضمن 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.

3-1-2- دورة كريبس Krebs cycle:

تعرف بدورة حمض الستيريك ويتم فيها أكسدة حمض البيروفيك الناتج من التفاعل السابق من خلال دورة الانحلال الجليكولي، و تتم أكسدته هوائيا إلى CO_2، H_2O وطاقة، تتم هذه العملية تحت الظروف الهوائية فقط.

3-2- التخمر اللاهوائي (التخمر الكحولي):

ينتج عن مركب البيروفات الناتج من دورة الانحلال الجليكولي مركب كحولي وذلك في ظروف لا هوائية أي في غياب O_2 حيث ينتج الكحول الإيثيلي (وهو موضوع عملنا هذا)، و تعرف هذه العملية بالتخمر الكحولي.

4 -التخمر الكحولي : [19]

تنتسب الخمائر التي تسبب التخمر الكحولي إلى صنف الفطريات الزقية ascomycètes وهي عضويات وحيدة الخلية لا تشكل مشيجة كباقي الفطريات، و يبدوا أن هذه الصفة ظهرت نتيجة حياتها في أوساط سكرية. و تتألف خلية الفطر من بروتوبلاسم و نواة و غلاف، هذا عدى الميتوكندريا و الفجوات و بها العصارة الفجوية وأخيرا 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 البر عمة وبعضها يستطيع أن يتكيس و يتحول إلى ابواغ، وذلك في حالة قلة المواد الغذائية في الوسط، إذ يمكن في المخبر الحصول على هذه الابواغ عند استنبات تلك الفطريات في وسط يحوي على g/l 25 من الغليكوز، وفي عملية التخمر تنشطر جزيئه السكر إلى جزيئتين من غاز الفحم. وكمية القدرة الناتجة (الحاصلة) اقل بـ 25 مرة مما هو الحال في التنفس (282 كيلو حريره) وهذا واضح إذ أن كمية كبيرة من القدرة تكمن في حاصل التفاعل وهو الكحول، ويستدعي التخمر نظرا للقدرة الضئيلة الحاصلة إلى استهلاك كميات بالغة من السكر إذا ما قورن ذلك بعملية التنفس.

وتجرى عملية التخمر الكحولي بشكل أفضل في الشروط اللاهوائية، حيث يحصل تكاثر للخمائر بوجود الهواء (الأكسجين) فانه في تلك المصانع حيث من الضروري الحصول على الكحول كحاصل للتخمر (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 اقتصاد.وتستطيع الخمائر المتعضية حتى في شروط التهوية الجيدة أن تقوم بعملية التخمر إذ أن جهازها الأنزيمي يستطيع أن يعمل في تلك الشروط، إنما في حالة الشروط الهوائية فانه بجانب التخمر تجرى أيضا عملية التنفس.

1-4- آلية التخمر الكحولي: [19]

تعرف آلية التخمر الكحولي بارتباط جزيئة السكر كما هو الحال في التنفس مع حمض الفسفور، وذلك تحت تأثير أنزيم " هيكسوكيناز hexokinase "، تتعرض جزيئة السكر لعملية الفسفرة و بذلك ينتج استر هكسوز يدعى " هكسوز دي فوسفات hexose di phosphate" أما مصدر حمض الفسفور فهو اتحاد ATP الذي يتحول إلى ADP ويمكن للسكر أن يتعرض لتحلل لجوده 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 الوسطية لعملية التخمر يمكن إيضاح "حمض البيروفيك $CH_3COCOOH$ " و "الالدهيد الخلي CH_3CHO ". ويتحلل حمض البيروفيك تحت تأثير أنزيم " دي كربوكسيلاز décarboxylase " إلى الالدهيد الخلي و غاز الفحم.

$$CH_3COCOOH \xrightarrow{INZIME} CH_3CHO + CO_2$$

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

ويمكن أن نحصل على الكحول على حساب إرجاع الالدهيد بواسطة الهيدروجين الفعال (الذري) كما يعتقد العالم " COSTICHEV":

$$CH_3CHO + 2H^+ \longrightarrow CH_3CH_2OH$$

أو حسب تفاعل " CANISARO":

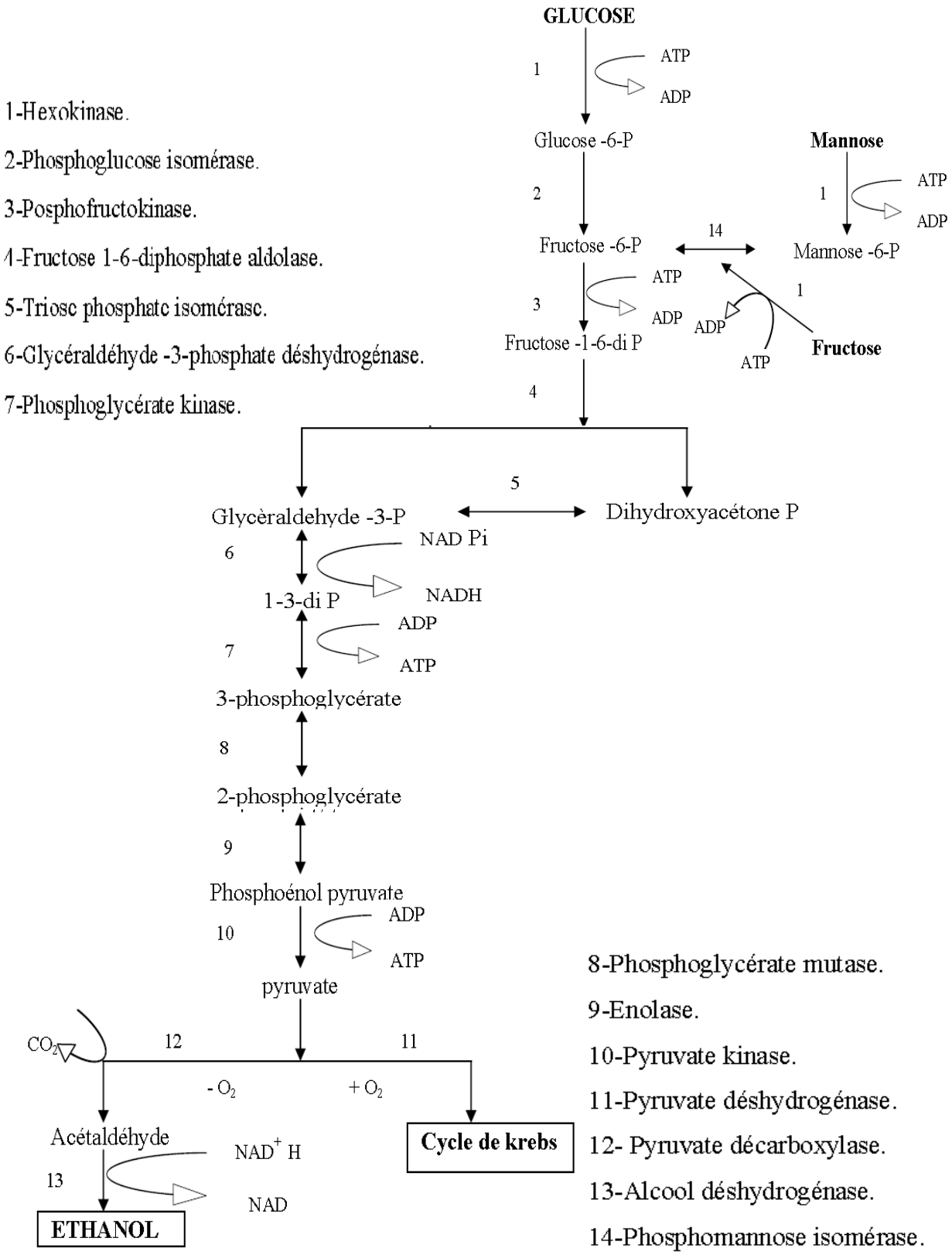
$$\begin{matrix} CH_3CHO \\ CH_3CHO \end{matrix} + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2OH + CH_3COOH$$

يلاحظ من المعادلة أن التفاعل "CANISARO" هو في نفس الوقت تفاعل أكسد وتفاعل إرجاع، ويحصل في التخمر الكحولي تفاعل الالدهيد الخلي" PGAL "حسب ما يلي:

$$CH_3CHO + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2OH + HOOC-CHOH-CH_2O\ (H_2PO_3)$$

$$CHO-CHOH-CH_2O\ (H_2PO_3)$$

ويمكن تلخيص آلية التخمر الكحولي كما في الشكل التالي **[20]**:



الشكل III - 3:آلية التخمر الكحولي

2-4-التفاعلات الكيميائية: [19]

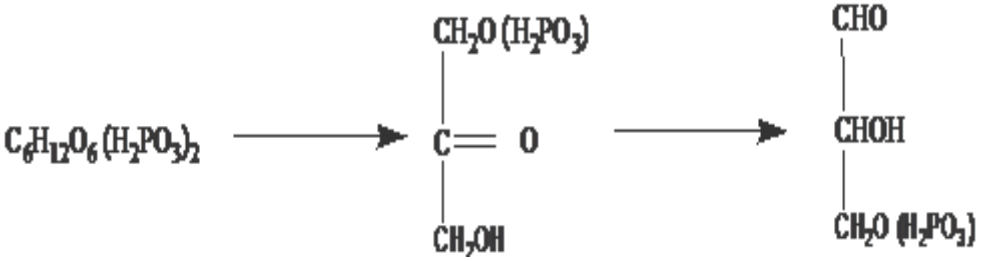
بمعرفتنا للمراحل الوسيطية للتخمر الكحولي نتمكن من توجيه هذه العملية في هذه الجهة أو تلك، وكذلك نتحصل على المنتجات المطلوبة. فإذا ربطنا الالدهيد الخلي الحاصل بكبريت الصوديوم (Na_2SO_3) مثلا فان تفاعل CANISARO لا يحصل و عوضا أن ينتج كحول يتراكم الغليسيرين الذي يمكننا الحصول عليه فقط بطريقة "خسف الشحوم".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

ويمكننا تفصيل ما يجري بعملية التخمر الكحولي بما يلي:

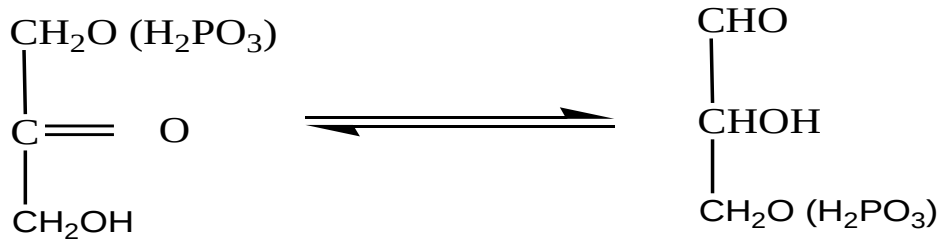
تحت تأثير خميرة "hexokinase" و اتحاد "ATP" ينظم بقية حمض الفسفور إلى جزيئة غليكوز ويتشكل لدينا اتحاد "hexose mono phosphate" الذي يتحول إلى "hexo di phosphate" بضمه إلى بقية حمض فسفور أخرى.

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C_6H_{12}O_6(H_2PO_3) \longrightarrow C_6H_{12}O_6(H_2PO_3)_2$$

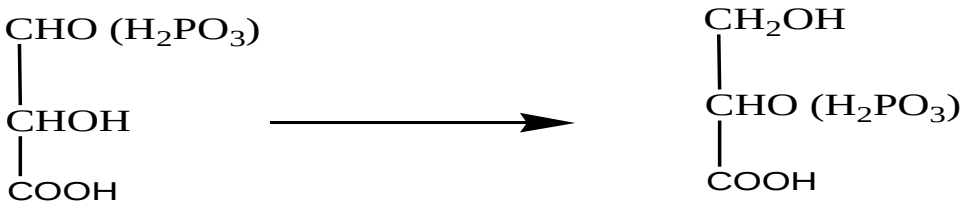
ويتعرض اتحاد "hexo di phosphate" لتأثير أنزيم "aldose" الذي يقسمه إلى اتحادين لثلاثي الفحم "trios" وتتشكل بذلك استيرات فسفورية " phosphoglycer aldéhyde و dihydroxyacetone".



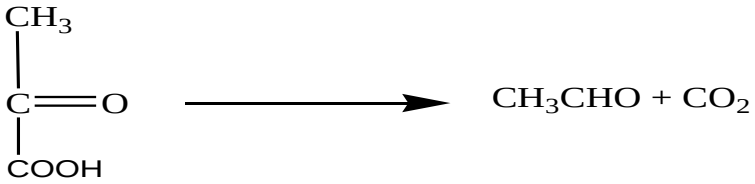
تحت تأثير أنزيم "trio phosphate isomérase" فان استر "dihydroxyacetone" يتحول إلى " PGAL "، حيث PGAL الدهيد خلي و PGA حمض الفوسفوغليسيريك



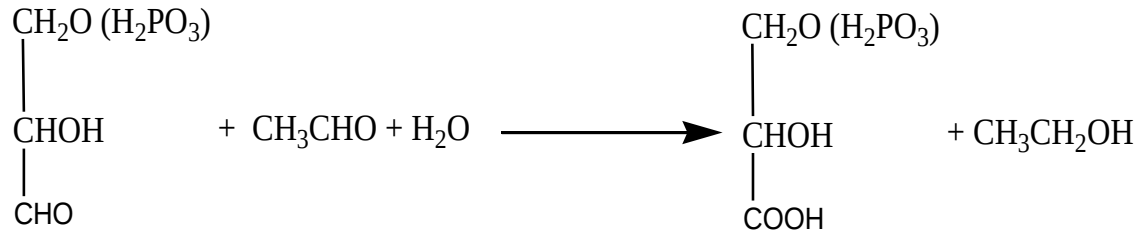
تحت تأثير "cozymase" فان "PGAL" يتعرض إلى تحول أكسدة وإرجاع و يتشكل نتيجة ذلك اتحاد "phosphoglycerine" إلى غليسيرين أما حمض فسفوغليسيريك "phosphoglycérique acide" (PGA) فيتعرض لعملية تغير داخل جزيئة "isomezization" تحت تأثير أنزيم " phosphoglycer omutase" و بذلك ينتقل حمض الفسفور من ذرة الفحم الأولى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



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 التخمر) و الالدهيد الخلي.



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



يعتبر التفاعل الأخير هو التفاعل الرئيسي في عملية التخمر، وبالإضافة إلى المنتجات الأساسية للتخمر الكحولي فانه يضاف بعض المنتجات الوسيطية التي أصبحت تعرف في الوقت الحاضر حق المعرفة و من هذه المنتجات حمض الكهرباء و بعض الكحولات مثل (الكحول الاميليو الايزواميلي.... و غيرها).

الخاتمة:

يتضح من خلال دراستنا في هذا الفصل وجود عدة أصناف للسكريات تتمثل في سكريات بسيطة ومركبة ومتعددة والتي تنقسم بدورها إلى المتجانسة والغير متجانسة، كما تطرقنا إلى ذكر بعض الخصائص التي يتميز بها كل صنف من هذه الأصناف وهذا يعود إلى اختلاف مواقع تمركزها في مصادرها النباتية بالإضافة إلى ذكر أهمية استهلاك السكريات في غذائنا اليومي. كما تطرقنا أيضا الى أنوع التخمر وتتمثل في التخمر الهوائي (التنفس)، التخمر اللاهوائي (التخمر الكحولي) والتخمر الكحولي وآلية التخمر الكحولي والتفاعلات الكيميائية لهذا التفاعل.

IV- الجزء العملي

1- دراسة تطبيقية للتمور في منطقة الوادي:

1-1- مقدمة :

يعتبر التمر من أهم المحاصيل الزراعية بالنسبة لسكان المناطق الصحراوية عامة وسكان ولاية الوادي بصفة خاصة، فهي تحتل المرتبة الأولى من حيث النوعية والإنتاج الوطني، كما تعتبر من أهم الموارد الاقتصادية لسكان المنطقة منذ القدم.**[7]**

1- 2- وفرة التمور في الوادي:

تعتبر ولاية الوادي من أهم الولايات المنتجة للتمور في الجزائر حيث يمثل إنتاجها نسبة 29.54% تليها بسكرة بنسبة 28.6% وتمثل دقلة نور 52.87 % من الإنتاج الكلي للتمور.**[20]**، حيث تبين آخر الإحصائيات أن هناك تطور في إنتاج التمور في الوادي من سنة 2000 إلى 2011 كما يبين الجدول التالي **[21]:**

جدول IV - 1: انتاج التمور في ولاية الوادي من سنة 2000 إلى 2011

السنة	إنتاج التمور							
	دقلة نور		الغرس		الدقلة البيضاء		الأنواع الأخرى	
	الإنتاج	المردود	الإنتاج	المردود	الإنتاج	المردود	الإنتاج	المردود
2000	741303	53	233611	43	99773	45	1074687	50
2001	862820	63	304960	56	107220	48	1275000	60
2002	895445	62	234918	42	105824	46	1236187	55
2003	931370	62	260080	47	208550	86	1400000	61
2004	843000	55	207490	36	99510	40	1150000	49
2005	886000	56	371930	62	137070	54	1395000	58
2006	924237	58	238734	47	172434	48	1335405	54
2007	999278	61	299092	56	205087	54	1503457	59
2008	903980	53	277726	51	196730	51	1378436	52
2009	1011922	59	314470	56	214898	54	1541290	57
2010	1138213	63	298795	52	237942	58	1674950	60
توقعات2011	1262525	65	377334	61	268561	58	1908420	63

1- 3- انواع التمور في الوادي:

تشتهر مدينة الوادي بالتمور ذات النوعية الجيّدة، خاصة دقلة نور التي تعتبر مصدرا هاما للعملة الصعبة في الجزائر، يليه تمر الغرس في الدرجة الثانية وهناك انواع اخرى متوفرة كالدقلة البيضاء، تكرمست، حمراية، تنسين، تافزوين، طانطابوشت، ليتيّم...الخ

1- 3- الأنواع المستعملة في إنتاج الايثانول:

لهذا الغرض أخذنا بعض الأنواع من التمور الأكثر توفرا في ولاية الوادي، وهي الغرس تنسين تكرمست والحمراية وتمت دراستها لتحضير الإيثانول عن طريق التخمر الكحولي ويمكن تلخيص أهم خصائصها في الجدول التالي :

جدول VI - 2: أنواع وخصائص التمر المستعملة في إنتاج الايثانول

خصائص التمـــر	نـــوع التمـــــــر			
	الغرس	تنيسين	تكرمست	بوشعيرة
الشكل	بيضوي	مستطيل	كروي	بيضوي
اللون	بني أوعسلي	أسود	عسلي مائل إلى السواد	أسود
المذاق	شديد الحلاوة	حلو	حلو	شديد الحلاوة
وزن الحبة بالنواة	13.2-12.16غ	7.02 - 9.34 غ	13.7-11.27غ	8.61 -6.94غ
وزن الحبة بدون نواة	12.1 -11.11غ	6.0 - 7.5 غ	12.27-10.24غ	7.27-5.61غ
القطر	2.1-2.0 سم	1.5- 1.6سم	2.5- 2.6 سم	1.3-1.1 سم
الطول	5.5-5.4 سم	3.2- 4.2 سم	2.7-2.6 سم	4.1-3.6 سم
جاف/ رطب	رطب	نصف رطب	نصف رطب	جاف

صورة IV - 1: تمر تنيسين

صورة IV - 2: تمر تكرمست

صورة IV - 3:تمر بوشعيرة

صورة IV - 4:تمر الغرس

2- مراحل إنتاج الايثانول:

2-1- 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 اللاهوائي والحصول على الايثانول ثم تحويله إلى المنتج النهائي. و التخمر هو عملية تحلل الأغذية العضوية دون وجود الأكسجين(التخمر الكحولي) الذي ينتج عنه كحول الايثانول، ويتم التخمر الكحولي في وجود الخميرة أو بعض أنواع البكتيريا وتستخدم هذه الكائنات في العديد من الصناعات الكحولية كشرط أساسي لتسريع عملية التخمر وكذلك لإعطاء اكبر مردود و قد استعملنا خلال هذا العمل التطبيقي التخمر اللاهوائي.

2-2- مخطط إنتاج الإيثانول:

يعتمد إنتاج الإيثانول على التخمر الاهوائي للسكريات حسب المراحل التالية:

سكر+ خميرة ← ايثانول + غاز كربون + طاقة

كما يمكن تلخيص طريقة تحضير الايثانول انطلاقا من تخمير انواع من التمر في المخطط التالي:

تمر

↓

غسيل

↓

تنقية من الشوائب (فصل النوى)

↓

الترشيح 01

↓

عصير التمر

↓

الخميرة ←تخمير

↓

الترشيح 02

↓

التقطير

↓

الايثانول

2-3- المرحلة الأولى: تحضير عصير تمر الغرس

قمنا بوزن 400 غ من التمر الصافي من النواة والشوائب وأذبناها في 0.8 لتر من الماء المقطر وباستعمال اليد قمنا بحل التمر في الماء. ثم سخنا المزيج (تمر + ماء) الى درجة حرارة 60°c مع التحريك المستمر لمدة 20 دقيقة وذلك لتسهيل عملية ذوبان السكريات في الماء وفق قوانين انتقال المادة. بعدها قمنا بتصفية المزيج بواسطة قطعة قماش مع العصر لاستخلاص كمية اكبر من عصير التمر.

2-4- المرحلة الثانية: تخمير عصير تمر الغرس

وتتم في هذه العملية تحويل السكريات إلى ايثانول وثاني أكسيد الكربون بالاستعانة ببعض الخمائر الخاصة في مفاعل بيوكيميائي لاهوائي ونظرا لعدم توفر هذا المفاعل استعملنا قدر مضغوط (الكيكوط). وضعنا عصير التمر في القدر واضفنا له 2 غ من خميرة الجعة و400 مل من المحلول المحضر NH_4OH و200 مل من $(NH_4)_2SO_4$ و قطرات من $(PO_4)_3NH_4$)، ثم أغلقنا الكيكوط بإحكام لعزل الهواء ووصلنا النظام بالكترود PH متر لتتبع درجة الحرارة وpH حيث نحافظ على pH بين 4.2 و5.4 عن طريق اضافة حمض H_2SO_4 أو أساس NaOH.

ملاحظة: الكيكوط مجهزة بصمام يفتح من حين الى اخر لخفض الضغط الناتج عن انطلاق غاز الكربون.

ونترك عملية التخمر لمدة ثلاثة ايام مع درجة حرارة 32°c والتحريك المستمر.

جدول IV - 3: المواد والمحاليل المستعملة

الكمية	المركبات
2غ	خميرة الجعة
0.8 ل	ماء مقطر
400 مل	NH_4OH
200 مل	$(NH_4)_2SO_4$
قطرات	$(PO_4)_3NH_4$
400غ	تمر الغرس

والصورة التالية تمثل تركيب تخمير عصير التمر

صورة IV -5: تركيبة تجربة التخمر الكحولي

وقمنا بإجراء المراحل السابقة على بقية الأنواع الأخرى من التمور.

5-2- المرحلة الثالثة: 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 م°. 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.
والصورة التالية تمثل التقطير:

صورة IV - 6: تركيب عملية التقطير

3- تحديد المردود:

هناك طريقتين لتحديد المردود:

- $R = M_{alcool} / M_{mout} \times 100 = V_{alcool} / V_{mout} \times 100$

حيث : R : المردود

V_{alcool}: حجم الكحول المتحصل عليه.

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

- **الايثانول المستخلص (مل) ← كتلة التمر المستعمل (غ)**

المـــردود ← 1000 غ

طبقنا القانون الثاني وتحصلنا النتائج التالية:

(كحول) 624 مل ← 400 غ (تمر الغرس)

1560 مل ← 1000 غ

جدول IV - 4: مردود الايثانول

	الغرس	تنيسين	تكرمست	بوشعيرة
V_{alcool}(مل)	624	242	333	475
المردود (مل)	1560	605	832.5	1187.5

4- تحديد نسبة السكر في التمر:

لتحديد نسبة السكر في التمر استعملنا طريقة معايرة السكريات الكلية(sucrestotaux) بتفاعل مع الفينول بإستعمال جهاز UV-Visible وبالعلاقة التالية **[23]**:

سكروز=(السكريات الكلية - السكريات المرجعة) × 0.95غ/كغ

تحصلنا على النتائج الموضحة في الجدول:

جدول IV - 5: نسبة السكر في التمر

نوع التمر	نسبة السكر%		
	السكريات الكلية %	السكريات المرجعة %	السكروز %
الغرس	88.52	83.1	5.13
تنيسين	77.6	76.7	0.85
تكرمست	79.90	78.7	1.14
بوشعيرة	73.21	78.51	5.04

من خلال العمل التجريبي المخبري نخلص الى انه يمكن تحضير ايثانول عالي النقاوة انطلاقا من انواع مختلفة من التمور وبمردود جيد وهذا المردود يعتمد أساسا على نسبة السكر في المادة الأولية مما يجعل تمر الغرس هو الأفضل في إنتاج الايثانول الا أن سعره يجعل هذه العملية مكلفة لذا يمكن اللجوء الى استعمال انواع أخرى اقل جودة من تمر الغرس وبالتالي اقل تكلفة.

5- الخاتمة :

تطرقنا في هذا الفصل والذي يمثل أهم جزء في عملنا لدراسة تطبيقية للتمور في منطقة الوادي والى ذكر خطوات العمل المتبعة بالترتيب أثناء عملنا المخبري المتمثل في استخلاص الايثانول من انواع مختلفة من التمور بتقنية التخمير الكحولي لسكر التمر، إضافة الى تحديد قيمة المردود المتعلق بنسبة السكر في كل نوع.

الخاتمة العامة

إن منطقة الوادي غنية بأنواع متعددة من التمور وبإنتاج وفير مما يؤهلها لان تكون قطب صناعي لإنتاج الايثانول انطلاقا من التمر. ومن خلال هذه الدراسة البسيطة لإمكانية تحضير الكحول انطلاقا من التمر توصلنا الى أن إنتاج الايثانول من التمر يعتمد على نسبة السكر في التمر وهذا ما يجعل تمر الغرس الأفضل لذلك، الا انه من الناحية الاقتصادية مكلف نظرا لارتفاع سعره لذا يمكن اللجوء الى الأنواع الأخرى من التمر على الرغم من انخفاض مردودها الا أن سعرها في السوق يؤهلها لان تكون المادة الأولية الأفضل.

قائمــة المراجــع

[1]- نخلة التمر شجرة الصحراء، ا.د.عبد الباسط عودة إبراهيم رئيس برنامج النخيل، إدارة الموارد النباتية 2011، www.iraqi-datepalms.net.

[2]- دكتور شحاته أحمد عبد الفتاح (خبير تصنيع التمور بمركز البحوث الزراعية)، موسوعة النخيل والتمور، دار الطلائع للنشر والتوزيع والتصدير سنة 2000.

[3]- الجزائر تتوقع إنتاج 7 ملايين قنطار من التمور موسم 2010-2011، الإذاعة الجزائرية 11 ديسمبر 2010 18:40.

[4]- مجلة الباحث، عدد2002/01- "إستراتيجية تسويق التمور في الجزائر"، لعمر عزاوي، جامعة ورقلة .ص:44-50.

[5]- PDF د/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة، 2011-05-05 12:05.

[6]- إبراهيم زيتوني، نخويل (زيت النخل)الوقود الذي سيغذي العالم، ترجمة عياش سلمان، مجموعة تاقدمت من أجل التنمية المستدامة.

[7]-http://. Ar.wiképidia.les dattes . org/wiki.08.04.2011/20:35

[8]- الشركة الوطنية العامة للمطاحن والأعلاف، الوقود الحيوي Biofuel، (إعداد فريق من خبراء الشركة)، الماء 1375 و.ر الموافق لسنة 2007 مسيحي.

[9]- الوقود الحيوي الآفاق والمخاطر و الفرص، د.موسى الفياض م.عبير أبو رمان، 2009.المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي، المملكة الأردنية الهاشمية.

[10]- الوقود الحيوي وأثره في أزمة الغذاء جريدة الوسط البحرينية 9 يوليو 2009.

[11]- www.wahatalrobatab.com/vb/uploaded/760_01260989601.doc

[12]- إنتاج الوقود الحيوي من التمور الدكتور رعد البصام رئيس وحدة التخمرات / شركة الواحة.

[13]- الذهب الأخضر.... هل يحقق رؤيا الملك من جديد؟ مستقبل الذهب الأخضر..وحروب الغذاء.

[14]- مراحل إنتاج الخل ثم الإيثانول من التمور الكاتب :م/ أبو صالح. منتديات صمام العرب التطويري http://www.a2gate.com

[15]- Toute la Biochimie, Serge Weinmane et Pierre mehul-DUNOD

[16]- Biochemistry, David Hames et Nigol Hooper-Third Edition

[17]- دكتور أحمد عبد الله ثابت أستاذ مساعد – قسم الكيمياء جامعة عمر المختار أساسيات الكيمياء (جزء1)، جامعة عمر المختار منشورات سنة 1991.

[18]- عدنان قشلان،1978، أسس البيولوجيا العامة للصف الأول، منشورات جامعة حلب كلية الطب، سوريا، ص32-37.

[19]- ترعة حفيضة .نسرين خلف، مذكرة " تحضير الايثانول عن طريق تخمر التمور" ليسانس أكاديمي.الوادي 2010/2009.

[20]- M Benhame djlali Abiba" etude etoptiomisation d'un processue du vinegre apartire de deux varieté de datte comune cultuve dans sud Algerie" ING.Boumerddese 2007.

[21]- إحصائيات مديرية المصالح الفلاحية- ولاية الوادي 2011.

[22]- أهم صناعات التمور، د. خالد جاسم الجنابي/جامعة الانبار-العراق.

[23]-Rol de qualité et analyse UV. Sidi Bel Abbes 2008.