

التمور وإنتاج حامض الليمون (1 - 2)

Citric Acid from Dates

أ.د. حسن خالد حسن العكدي
hassan.alogidi@gmail.com



حامض الليمون أحد الحوامض العضوية التي تستخدم على نطاق واسع في حياتنا اليومية خصوصاً في المطبخ وفي الصناعات الغذائية والدوائية وهي بشكل عام مادة حافظة 0 إضافة لاضفاء نكهة سحرية جميلة على الاغذية .

وقد اكتشف حامض الليمون في القرن الثامن من قبل العالم العربي جابر ابن حيان من الحمضيات وفي القرن الثالث عشر استطاع العالم فنست من تسجيل أول صورة للحامض وتلاوة العالم السويدي كارل الذي استطاع من عزلة وتشخيصه وقد تم بلورة هذا الحامض سنة 1784 .

وفي سنة 1860 أنتج الحامض من الليمون في ايطاليا وفي عام 1893 استطاع العالم C.wehmer من اكتشاف انتاج الحامض من الفطر بنسليم Pencilium والنامي على وسط سكري ولكن انتاجه ضل على نطاق محدود (مختبري) إلى

سنة 1917 حيث استطاع العالم الأمريكي جيمس كيور من تصنيع الحامض من الفطر اسبركلس نايجر على مستوى صناعي ثم تطور التكنيك بعد ذلك سنة 1929 حيث تم انتاج الحامض بواسطة الفطر A.niger صناعيا على اوساط بيئية مختلفة (سكروز ، كلوكوز ، عصير الذرة ، المولاس ، النشاء المتحلل و أخيراً التمور التي تعتبر من أهم المصادر وأرخصها في وطننا العربي إذا علمنا أن العالم يستهلك 350 الف طن سنوياً سنة 1986 و أن السوق العالمية احتاجت إلى أكثر من 600 ألف طن وفي سنة 2000 ارتفع الطلب أكثر من 6 10 X طن / سنه و أن 70 % من الحامض المنتج يستخدم في المشروبات الغازية و 18 % في الصناعات المختلفة الأخرى 12 % لأغراض أخرى وجميعها من مصادر تخميرية .

طرق إنتاج حامض الليمون :

من الحمضيات وتشتهر بها كل من المكسيك ودول جنوب أمريكا ونسبتها 1 % من إنتاج العالم حيث يعتبر إنتاج الليمون من الحمضيات اقتصادياً في هذه الدول .

الطريقة الكيماوية التاليفية وهي طريقة ليست رخيصة .

الطرق التخمرية وهناك ثلاثة طرق مستخدمة وأن 4,5 10 X طن حامض ليمون ينتج سنوياً بواسطة عمليات التخمر A.niger .

الطريقة اليابانية كوجي Koji : وهي الطريقة اليابانية التي تم استخدامها سنة 1966 حيث لا يكون التفاعل سائلاً و إنما يحتوي على مقدار من الرطوبة ومواد هذه الطريقة هي ا لنشويات ، الياف ، بطاطا ، نخالة الرز ، والقمح .

الطريقة السطحية .

(ج) الطريقة المغمورة

و أفضلها الطريقة المغمورة بسبب بساطتها و اقتصاديتها

الاحياء المنتجة لحامض الليمون

(أ) بكتيريا مثل

Bacillus Sp - 1

Brevibacterium Flavum - 2

Arthobacter - 3

Corynebacterium spp - 4

(ب) الأعفان مثل :

A.niger ، A.awamori ، A. foetidus - 1

، Mucor

(ج) خمائر Yeast مثل :

Candida lipolytica (1) C.citrica (2)

S.Cervisaie (3)

وأفضل نتيجة لانتاج الحامض هو العفن

A.niger

التمور و إنتاج حامض الستريك

بواسطة A.niger

تعتبر التمور مورداً مهماً وكمياتها تزداد يوماً بعد يوم نتيجة الاهتمام المتزايد من قبل القطاع الحكومي و الخاص في تطوير ثروة النخيل و التمور عموماً تتباين في استهلاكها فهناك التمور للاستهلاك المباشر وهناك تمور صناعية ومن أهم هذه التمور هي التمور الزهدي في العراق وكذلك تمور الدرجة الثالثة للأنواع الأخرى أن هذه التمور تتمتع بنسبة رطوبة 18 - 25 % أما السكريات فتكون بحدود 65 - 75 % أما ما تبقى فهي الألياف و الفيتامينات و الأحماض الأمينية و المعادن ويمكن إجمالها بالجدول التالي :

رطوبة 16 - 25 %

سكريات كلية 65 - 75 %

ألياف 6 %

بروتينات 1,5 %

رماد 1,5 %

مركبات أخرى 8 %

و تعتبر التمور مصدراً مهماً لكثير من الصناعات المختلفة كالمعجنات ، المشروبات الغازية ، الكحول ، الخل ، السكر السائل

، الدبس ، الايس كريم ، الكرميل ، بروتين الخلية الواحدة ، و أخيراً حامض الستريك لأن التمور تحتوي على التركيز العالي للمصدر الكربوني وهو السكريات أما حامض الستريك فهو أحد الأحماض العضوية التي يحتاجها السوق العالمي بشكل كبير كما أشرنا اليه لأنه يدخل في الكثير من الصناعات الغذائية و الكيماوية .

عملية إنتاج حامض الستريك من التمور

لأجل إنتاج حامض الليمون من التمور يجب أن تتوفر الأمور التالية

1- توفر التمور بأسعار اقتصادية وتوفر وحدة إنتاجية لإنتاج عصير التمر النقي من المعادن .

2- توفر السلالة الانتاجية من الفطر اسبريجلس نيجر .

3- توفر الخبرة المايكروبيولوجية (مايكولوجي) و المختبر الجديد .

4- اعداد البيئة الغذائية اللازمة للفطر .

5- توزيع البيئة الغذائية .

6- عملية تثبيت الظروف اللازمة للإنتاج .





الحامض وتخفيضه أو اختزاله بنسبة 10-25% كما أنه يؤثر على كمية الدهون في المايسيليوم .

د- النحاس Cu :

هو الآخر له تأثير مهم في اختزال الحامض ويجب أن يكون تركيزه بحدود 40 جزء بالمليون (ع) الحديد : هو الآخر مهم في عملية التخمر و إنتاج الحامض

هـ - السكر الابتدائي :

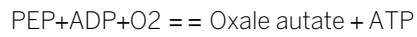
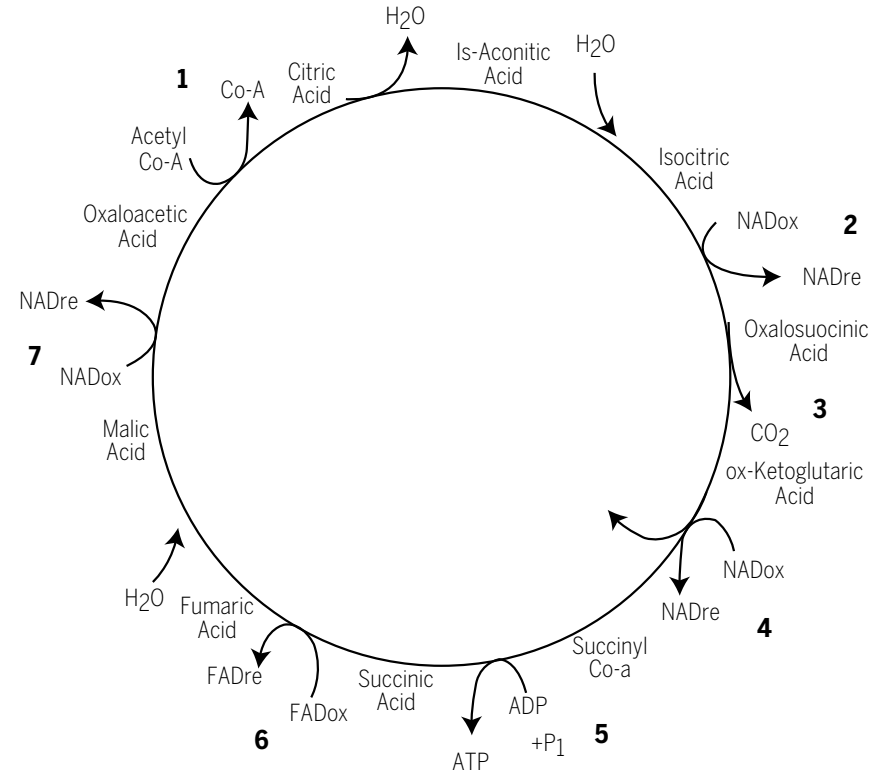
أن المصدر الكربوني السكري يجب أن يكون بحدود 15-18% (وزن / حجم) في البيئة الغذائية و أن التركيز العالي للسكريات يقودنا إلى بقايا سكر كبيرة بعد عملية التخمر وهذا غير اقتصادياً

و - ايونات الفيروساينيد :

أن أضافه فيروساينيد البوتاسيوم لا تؤثر على محتوى الكاربوني و النيتروجين و الفوسفور في البيئة الغذائية ولكنه يختزل المحتوى الرمادي علماً أن الفيرو ساينيد لا يضاف خلال طور النمو الأسي .

ز- زمن التخمر :

أن أفضل حضانة لزمن مثالي لأعلى إنتاجية لحامض الليمون يعتمد على كفاءة الفطر وكذلك ظروف التخمر للزراعة المغمورة و



عوامل تؤثر على عملية التخمر

أ- محتويات البيئة

شظايا المعادن الغذائية لها دور مهم في إنتاجية غم حامض سترك / غم سكر .

ب - الزنك Zn :

يجب أن يكون بالكمية الحرجة لأنه عامل مهم في تنظيم ونمو وتراكم السترات وكمية يجب أن لا تتعدى 0,2mm .

ج - المنغنيز Mn :

المنغنيز يلعب دوراً مهماً في تنظيم نمو وتراكم السترات بواسطة A.niger وتركيزه المثالي 0,2 mm .

وأن أي تغيير بكمية المعادن يؤثر في إنتاجية

3 - اقتصادياً أكثر .

بيوكيمياء إنتاج حامض الليمون

أن عملية بيوكيمياء إنتاج حامض أستريك بواسطة الفطر A. Niger هي التالي و التي تعتمد بالأساس على دورة حامض التراي كاربوكسيلك TCA و التي تعتمد .

تكسر الهكسوزات إلى بايروفات و استيل COA .

تكون اسيتات الاوكزاليك .

تكثيف استيل COA والاوكلو الواسيت إلى حامض الستريك $Pyruvate+Co_2+H_2o+A$ $TP\rightarrow Oxatoacelate+ADP+pi$

أن كربوكسلة الفوسفور - اينول بايروفيت (PEP) محلل بواسطة PEP كربوكيس كايفر

O2 حيث مورفولوجي حبيبات العفن خلال انتاج الحامض والذي يشمل ال pellet الدائري (كروية) إلى أجزاء حرة طويلة بالاعتماد على الوسط البيئي وكذلك على التركيب الجيني Genotype للسلالة وكل النموات لها خصائص محدودة بالاعتماد على طاقة النمو و استهلاك المغذيات

A. النمو النموذجي للفطر Niger لإنتاج حامض الليمون

1) النمو المتسارع Fast growth phase أن النمو المتسارع للفطر و الذي يتبعه نمو بطيء Slow growth هذا التغيير في معدل النمو هو يشير إلى تغيير في الحالة الفسلجية للمايسيليوم من النمو الاعتيادي إلى إنتاج الحامض لذا فإنه يمر بالمراحل الآتية :

- 1 - مرحلة نمو الهايفا .
- 2 - مرحلة نمو الحبيبية .
- 3 - مرحلة النمو الثابت و القوي .
- 4 - مرحلة الانتقال بين idio phase و trophophase .
- 5 - مرحلة Idiophase growth .
- 6 - مرحلة تكوين حامض أستريك .

لماذا الزراعة المغمورة

- 1 - تعطي أعلى معدل إنتاجي .
- 2 - مساحتها أقل حجماً .



7- عملية أستخلاص الحامض من الوسط البيئي الغذائي .

- 1- أولاً : توفر السلالة الفطرية المنتجة بكفاءة عالية وهذا يلزم من اجراء مسح لكافة ظروف السلالة المتوفرة في المنطقة وتحديد الأخطاء منها وذلك بتحويل السكر الى حامض أو شراء السلالة من البنوك المنتشرة والمتوفرة في العالم بعد تثبيت المواصفات المطلوبة لها و السلالة المرغوبة هي السلالة التي تكون نتيجة طفرة وراثية و الاسبرجلس فطر هوائي يتميز عموماً بالنمو على السطوح البيئية و الفطر ملوث شائع للأغذية النشوية و الكربوهيدراتية .

إعداد البيئة الغذائية مختبرياً لنمو الفطر

- 1- زراعة الفطر على وسط Potato Dextrose Ager وعند درجة حرارة 4م°
- 2 - عمل زراعات مستديمة لمدة 15 - 30 يوم عند درجة حرارة 30 م° إلى أن يكون ما يسليوم بحجم 4 ملم ثم ينقل بشكل معقم إلى دورق عصير تمر معادل ومعتق و لمدة (5) ايام .

3- تحضير العصير (عصير التمر)

بأستخدام كغم تمر لكل 3 لتر ماء وعملية الاستخلاص تتم عند درجة حرارة 60-70 م و بجهاز خلاط ولمدة 1/2 ساعة إلى 45 دقيقة ثم يجنس العصير وتجري

عملية ترشيح عبر مرشحات ومن ثم نجري عملية التخفيف إلى تركيز 25%

عملية ترشيح عبر مرشحات ومن ثم نجري عملية التخفيف إلى تركيز 25%

ومن ثم يوزع العصير بعد تعقيمه و ترشيحه و المعامل بأزاله المعادن الثقيلة في دوارق حجم 250 لتر يحتوي كل دورق على 50 مل من العصير بعد تعديل PH ثم يعقم تحت 121 م ولمدة 15 دقيقة وتجري بعد ذلك تلقيح الدوارق بالسلالة Slant وتحضن الدوارق عند درجة حرارة 30 م .

تحضير اللقاح :

1- تحضير اللقاح :

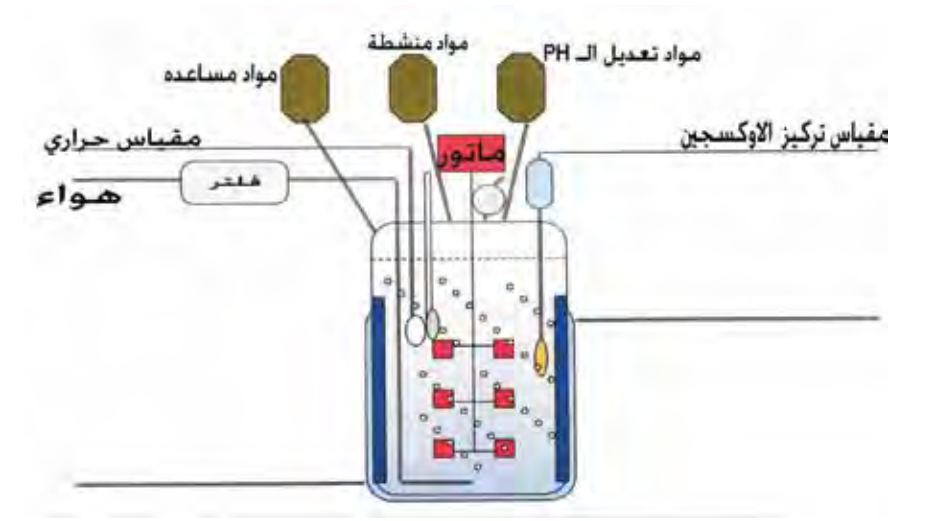
2- هذا يقودنا إلى تحضير اللقاح (حبيبات Pellet) ما بين 120x103 إلى 120x10280 X Pellet 3 داخل الملاصك والتي تستخدم كلقاح للمخمرات بأستخدام مستوى 2% .

و أن الحبيبة المثالية يكون قطرها 1,2-2,5 ملم بعد (5) ايام وتشير الادييات العلمية إلى أن مزرعة الحبيبات Pellet يجب أن تملك أقل لزوجة بالاعتماد على درجة الخلط و التهوية و أقل كمية من

تحضير اللقاح :

هذا يقودنا إلى تحضير اللقاح (حبيبات Pellet) ما بين 120x103 إلى 120x10280 X Pellet 3 داخل الملاصك والتي تستخدم كلقاح للمخمرات بأستخدام مستوى 2% .

و أن الحبيبة المثالية يكون قطرها 1,2-2,5 ملم بعد (5) ايام وتشير الادييات العلمية إلى أن مزرعة الحبيبات Pellet يجب أن تملك أقل لزوجة بالاعتماد على درجة الخلط و التهوية و أقل كمية من



الزمن المثالي هو 4 - 5 يوم بحيث تظهر لنا الكمية الدنيا لحمض الستريك وقد تصل إلى 8-9 أيام

ح- التهوية والتحرك:

في المزارع المغمورة لا تقودنا فقط إلى الأوكسجين الضروري لأجل النمو لكن أيضا لتعطينا أكبر كمية من حامض أستريك و

أن يكون المصدر الأوكسجيني نقياً و معقماً و أن أي انقطاع في عملية التحريك أو التهوية سيسبب تأثيراً مغيراً لإنتاج الحامض وأن درجة التهوية تكون 0,6 VVM عملية التحريك تكون سرعتها ما بين 400-700 دورة / دقيقة لأن زيادة تؤثر على إنتاج Pallet وبالتالي خفض إنتاج الحامض.



أن كمية إنتاج O2 له علاقة بتأثير ايون Mn على نمو A.niger وعلى نوعية أل Pellet .

ط- درجة حرارة التخمر:

أن درجة الحرارة تلعب دوراً مهماً في تطور المايسليوم وكذلك على إنتاجية حامض الليمون وأن الدرجة المثلى هي 25-30 م وأن أعلى من هذه الدرجة تعمل على تثبيط إنتاج الحامض ولكنها تزيد من إنتاج حامض الأوكزاليك

ي- درجة الأس الهيدروجيني (PH)

أن الأس الهيدروجيني في بداية التخمر مهم جداً لعملية التخمر وأن أفضل إنتاجية لحمض الستريك هو في (5,4-6 PH) في وسط بيئي (عصير تمر) وعلى كل حال الفطر هو الذي يحدد الأس الهيدروجيني المثالي وأن PH العالي يعودنا إلى تراكم حامض الأوكزاليك بدلاً عن حامض الليمون وأن PH المنخفض يثبط من نمو A. Niger والمحافظة على PH المناسب للسلسلة الفطر مهم جداً.

ك- المواد المساعدة على نشاط العملية الإنتاجية:

هنالك الكثير من العوامل المساعدة والمنشطة لعملية التخمر ومنها

- 1- الميتانول
- 2- بيوتانول - له تأثير عكسي لإنتاج الحامض
- 3- مضاد الرغوة - يزيد من معدل انتقالية O2 بواسطة التحريك
- (أ) زيت صويا
- (ب) سليكون
- (ج) بولي بروبيلين كلايكول

وهذه المواد تزيد من إنتاجية الحامض (حامض الليمون) والتركيز المثالي للكحولات 1-4% حجماً ويعطي نقاوة عالية وإنتاج عالي.

الدهون: لها دور مهم ويزيد إنتاجية 20% ويضاف حامض الأوليك (v/v) .

الفيتامينات: تضاف الفيتامينات لزيادة إنتاج حامض الأسكوربيك والبنزويك والرايوفلافين والثيامين وبرتراكيز (10⁵ X 10⁵) إلى (10⁵ X 10⁵) .

(ل) المصدر التيتريجيني: له دور مهم أيضاً في عملية نمو وتطور الفطر وإنتاج الحامض وتركيزه يكون 0,5% ومن أهم المركبات امونيوم سلفيت و نترات الامونيوم بوتاسيوم نايتريت .

(م) الفوسفات: P

له دور مهم أيضاً في عملية نمو وتطور الفطر A.niger وأن نسبة في البيئة الغذائية يكون 0,05% .

(ن) الأحماض الأمينية: للأحماض الأمينية دور مهم في عملية الإنتاجية ومن أهم الأحماض هي لسيرين، لايسين، اسبارتك، كلوتامك

المواد السامة للعملية الإنتاجية: هي

- 1- الفينولات
- 2- resorcinol
- 3- o cresol
- 4- naphthol
- 5- hydroquinone

المطفرات

ان العوامل الكيماوية والفيزيائية لها تأثير مطفر للسلسلة A.niger وبرتراكيز معينه أو بجرعات معينه ومن أهم هذه هي الأتي:

- أشعة UV
- أشعة X
- أشعة كاما

المواد الكيماوية

أثيل ميثان سلفونيت (EMS)

داي أثيل سلفونيت (DES)

N-Methyl

N-Nitro

N-nitroso كوالنترين Mnng

مضادات حيوية .

كيفية حساب الإنتاجية

تحسب عملية انتاج حامض الليمون حسب المعادلة التالية:

كمية حامض الستريك x 100

كمية السكر

وأن أعلى إنتاجية تم الحصول عليها من

عصير التمر كانت بحدود 75 - 89% حامض

لليمون.

☆ خبير نخيل التمر، نائب رئيس

مجلس إدارة جمعية التمور الأردنية

