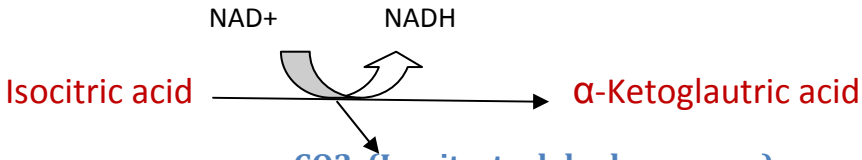
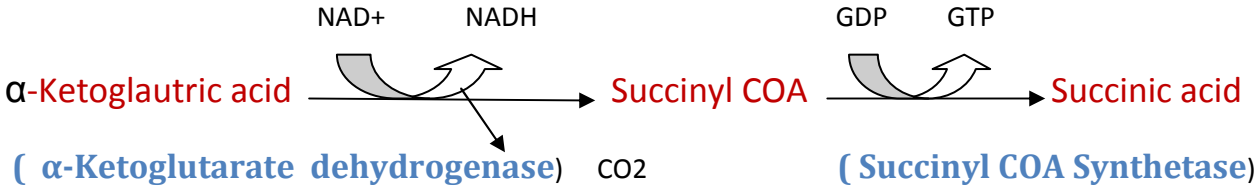
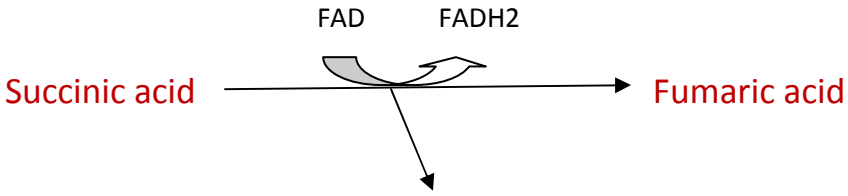
Citric acid cycle توضيح حول

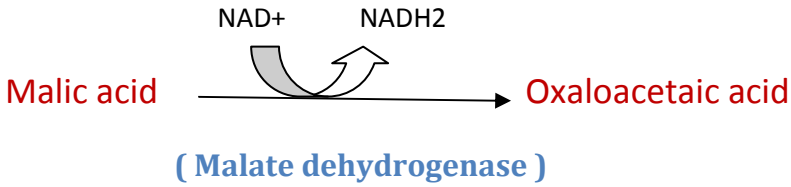
Key enzyme → Succinate dehydrogenase

Oxidation stage

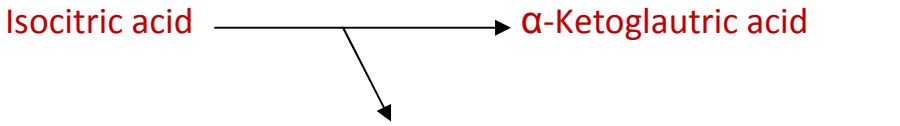


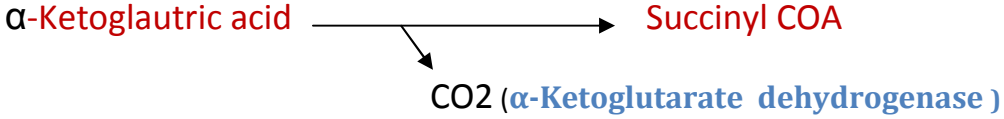






Decarboxylase stage





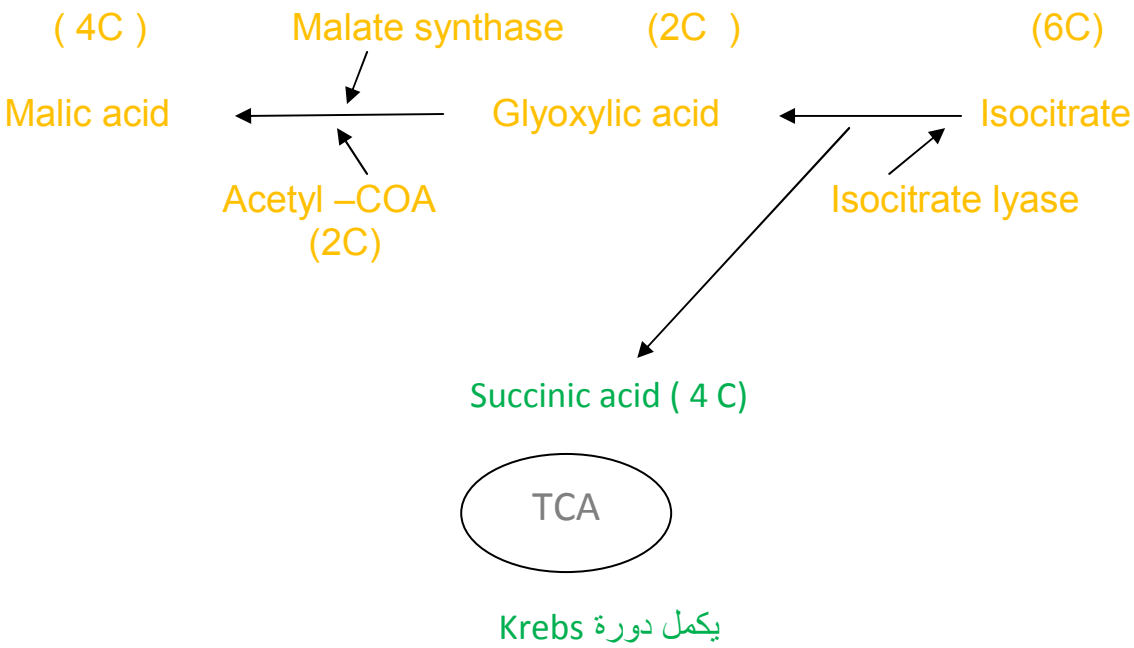
Main product ⟹ **Citric acid**

فوائد Krebs cycle

1. اعطاء كمية من الطاقة نتيجة لأكسدة المواد الكربوهيدرتية
2. تحلل الاحماض والمواد العضوية الاخرى
3. انتاج الاحماض والمواد العضوية
4. تعد الاساس لبناء بعض الاحماض الامينية

دورة الكلايكوكسيليت Glyoxylate cycle

تختلف عن دورة Krebs حيث يحدث قطع في الدورة وتقوم بها الاحياء المجهرية التي تمتلك انزيمين لا يوجدان في غيرها من الاحياء الاخرى وهما انزيم Isocitrate lyase وأنزيم Malate synthase ، وفائدة هذه الدورة انها تتجنب انتاج مواد وسطية غير مفيدة حيث انه تختزل عدد من المركبات الوسطية في دورة كريبس مثل **α-Ketoglutarate** و Oxalosuccinate .



يكمل دورة Krebs

تخمر الخبز Bread Fermentation

عرفت هذه الصناعة قبل ألاف السنين , وأسس هذه الصناعه قديماً لاتختلف عن صناعه هذه الايام , آلا انها كانت تعرف كتخمر عادي دون معرفة السبب فيها الى ان جاء باستور ووجد ان عملية التخمر تقوم بها الخمائر ويعد باستورهو اول من اكد على دور الاحياء المجهريه في التخمر.

ابسط تعريف لتخمر الخبز هو انتاج غاز CO_2 (تسمى Leavening) وتقوم بها العديد من الاحياء المجهرية مثل :

1. *Saccharomyees cerevisiae*

2.Wild yeast
3. Lactic acid bacteria (Heterolactics)
4.Colifrom & clostridium

ويمكن ان يحدث هذا التخمر كيميائياً باضافه CO_2 الى العجين بدون وضع الخميرة ولكن الخبز الناتج يفتقد النكهة المخمرة.
*يحوي طحين الحنطة بحدود (11%) بروتين , (1%) دهون , (73%) نشأ.واهم بروتينات طحين الحنطة هي Gliadin , Gluten التي عند العجن تتحد مع الماء لتكون مركبات مطاطية تسمى Elastic gluten complex
تقوم الخميرة الخبز اضافتها للعجين بما يلي:
1. Leavening process عملية انتاج CO_2
2. Dough maturing عمليه انضاج العجين
3. Flavor development عمليه تكوين الرائحة والطعم

Leavening عمليه انتاج CO_2

يتم خلط مع الماء وتضاف الخميرة التي تقوم بتخمير العجين وتغيير قوامه وتضاف بعض الانزيمات ومواد محسنة ومواد مشجعة لنمو الخميرة مثل السكر والحليب , ومن اهم الانزيمات المضافة هي الاميليزات Amylases المساعدة الخميرة على تحليل النشا بالكامل . معدل الوقت اللازم للتخمر هو ثلاث ساعات , حيث ينتج غاز قليل في الساعة الاولى وتزداد كميته في الساعة الثانية وتقل في الساعة الثالثة بسبب انتاج مواد حامضية .
كلما كان الكلوتين ذو نوعيه جيدة ومطاط كلما كانت قابليته على حصر CO_2 والاحتفاظ بالغاز وبالتالي انضاج العجين أفضل . اما الحنطة السيالة فيكون الكلوتين فيها ضعيف ولذا لا تستخدم للخبز وإنما الانتاج الشعرية والمعكرونة ...

عملية انضاج العجين Dough maturing:

بعد تخمر السكر الموجود في الطحين وتكوين CO_2 وكحول ينتفخ العجين وعند الخبز يتطاير الكحول والغاز ليترك محله فراغات Holes . ان الكحول المتكون في العجين يحافظ على الشد السطحي له وكذلك فان بعض ال CO_2 يذوب في الماء مكون حامض الكربونيك مما يؤدي الى خفض الاس الهيدروجيني pH وعند اضافة المواد المحسنة (املاح الالمنيوم) تنتج الامونيا التي تعمل على انضاج العجين .
كميه الخميرة المضافة تعتمد على الوقت ودرجة الحرارة . وعندما يراد الاسراع في عملية التخمير تضاف كمية اكبر من الخميرة . درجة حرارة تخمر العجين عادة (28-32)م . ويخمر بمرحلة واحدة (Dough process straight) او بمرحلتين Sponge & Dough process بتخمير جزء قليل منه ثم اضافته للجزء المتبقي.
وتحتاج الطريقة الاولى الخميرة اكثر لكنها اسرع والثانية تحتاج خميرة اقل قوام الخبز احسن ...

تكوين الرائحة والطعم Flavor development :

عند حصول التخمر تظهر رائحة مصدرها انتاج مواد عديدة مثل الاحماض الامينية الاسترات , الكحولات , الاحماض العضوية ومركبات الكربونيل التي يتحلل قسم منها ليعطي مواد نكهة مثل:
-Carbonyl compound : furfural , hydroxyl furfural.
-Adehyde & ketenes : Acetaldehyde , formaldehyde , Acetone , Diacetyl.
-Alcohols: N- Propanol , Butandiol , isobutanol.
-Organic acids: Succinic acid , lactic , acetic , Butyric , Propionic.
تتحطم المركبات الناتجة (العضويه و اللاعضوية) في الفرن وتعط مركبات طيارة ذات نكهة وعند التبريد تتلف هذه المواد فتختفي الرائحة من المنتوج.

انتاج خميرة الخبز Baker's yeast production:

كما هو موضح بالشكل المرفق تُمنى الخميرة تدريجيا وبإحجام صغيرة الى ان تصل الى حجم اللقاح الكافي لحوض الخميرة اما بالنسبة للظروف الواجب توفرها للإنتاج فتشمل:

1. اختيار السلاله المطلوبة من الخميرة :

اذ يجب اختيار سلالة تتصف بقابليتها على تخمر السكر الموجود في الطحن وبالتالي نفخ العجين وبقابلية خلاياها على انتشار في الماء وعدم التكتل وسرعة نموها لتكوين كتلة حيوية (Biomass) كبيرة اضافة لإمكان حفظ السلالة مدة طويلة دون ان تحلل .

2. اختار الوسط الملائم لتنمية سلالة الخميرة :

الوسط الشائع والمتوفر والمناسب لهذا التخمر في العراق هو المولاس المدعم بمصدر للفوسفات والنتروجين والكبريت وقد تضاف بعض الفيتامينات , و يضاف الوسط الى حوض التخمير وبحيث يكون تركيز السكر منخفضا وذلك لتشجيع نمو وتكاثر الخمائر بحيث يكون الناتج كتله حيوية Biomass بدلا من التخمر وإنتاج الكحول ويتم السيطرة على ذلك من خلال اضافه بشكل وجبات لابشكل وجبه واحده وبالتالي لن تتعدى نسبه الكحول الناتج النسبه (0.1%)

3. توفر الظروف الجيده:

يجب ان يزود المخمر بمراوح وبوسائل تبريد cooling coils بحيث تتراوح درجات الحرارة مابين (28-33) وان تتم تهويه المخمر جيدا اذ يهوى جيدا منذ بدأ التخمر ولغاية مضي 10- 12 ساعة على التخمر , تخفض عندها التهوية ويوقف تزويد المخمر بالمولاس ويجمع المحصول على ان يراعى ازاله الشوائب منه.

* الظروف اللاهوائية تسمح بتحويل الانتاج من انتاج الكتلة الحيوية للخميرة لإنتاجها الكحول

4. جمع المحصول:

يبرد المخمر وتجمع الخلايا اما بترسبها Precipitate او بالطرد المركزي centrifugal وتم ازاله الماء منها او بتسربها حسب الطريقة المراد حفظها بها فيما بعد , اذ ممكن حفظها بشكل خميرة مضغوطة compressed yeast بتعبئتها مباشرة بعد ازاله الماء منها وحفظها مبردة refrigerate ولكونها طرية تكون اكثر فعالية وكما ان من الممكن ان تكون Dry packaged yeast بتجفيفها وتعبئتها package وحفظها بدرجة حرارة الثلاجة cool storage ومن المتوقع ان تتلوث باطاله فتره الخزن . كما من الممكن ان تبستر (pasteurized) وتجفف وتهيأ ويطلق حينئذ عليها التسميه (Food yeast) وهي الاطول عمرا لكونها اكثر تعقيما ,ويفضل عند تحضير الخبز ان تكون الخميره المستخدمه من نوع الخميره الطرية المضغوطة على ان تكون من نوع الخميره الجافة (Dry Yeast) لكون الخميره الجافة تحتاج الى اعادة ترطبها في المساء الدافئ (34) م قبل مزجها بالطحين لتحضر العجين وكونها اقل فعاليه من الخميره الطريقه بسبب فقدانها بعض من فعاليتها اثناء التجفيف.

تقدير كفاءة الخميرة:

يتم تقدير كفاءة الخميره بإجراء فحصي :

1. الفعالية (Activity) 2. الحيوية (viability)

تقاس الفعالية بخلط الطحين مع الماء وأضافه الخميره ثم يقاس ارتفاع العجين بعد وضعه في الفرن وذلك باستخدام جهاز (pressurometer) والذي يقيس كميه CO_2 المنتج او بطريقه ابسط بوضع الطحين مع الماء والخميره لتكوين عجينه توضع في اسطوانات مدرجه (Cylinder) ومن ثم يلاحظ ارتفاع العجين وتسجل القراءات بتقدم الوقت

تقاس الحيوية من خلال حسب اعداد خلايا الخميره باستخدام طرق خاصة.

انتاج حامض الخليك Acetic acid production:

او انتاج الخل Vinegar production :

يتكون الخل من حامض الخليك ونسبته قليله من الكحول الايثانول (حيث يجب ان لا تزيد عن 0.5 %)من التركيز الكلي...

المواد الاولية Ingredients:

يمكن استخدام اي مصدر كربوهيدراتي لإنتاج الخل مثل الفواكه , التمر , الحبوب , مخلفات الحبوب , السكر وغيرها ...

المواد المغذية Nutrients:

تضاف هذه المواد لتشجيع او الاسراع او زيادة كمية الحامض المنتج وزيادة تركيزه وهي نوعين :-

- Macronutrients : تضاف بكميات كبيرة ولا يحدث التخمر دونها بصورة جيدة .
- Micronutrients : تضاف بكميات قليلة جدا لتشجيع عمل الانزيمات .

ومن الامثلة على هذا المواد المضافة هي فوسفات الامونيوم التي تعطي مصدر للنتروجين والفسفور للخميرة او خليط من العناصر كالكالسيوم , المغنسيوم , البوتاسيوم , الحديد , والكبريت ....

***الماء :**

يجب ان يكون ذو نقاوة عالية ولا يحوي معادن ..

***بكتريا حامض الخليك :**

وهي بكتريا يصعب تنميتها لأنها تحتاج لعناصر مغذية تشجعها على النمو كما ان منافستها من قبل احياء مجهرية اخرى سهلة لذلك تفقد خواصها بعد فتره من الزمن , لذا فهناك شركات متخصصة لانتاج البادئ للمعامل .

تضم هذه البكتريا جنسين هما Acetobacter , Gluconobacter. يعتبر الجنس الاول هو المفضل ألا ان عيبه الوحيد هو عمل (over- Oxidation) بحيث تكسر حامض الخليك الى Fumaric acid , CO_2 , H_2 وهو عيب صناعي تم التغلب عليه بإيقاف هذه العملية .

Acetobacter	Gluconobacter
اكسدتها قوية over -oxidation	اكسدتها ضعيفة Under -oxidation
الاسواط قطبية Polar flagella	الاسواط محيطية pertrichous - flagella
عصوية سالبة لصبغة غرام Gr^- rod	عصوية سالبة لصبغة غرام Gr^- rod

الصفات الواجب توفرها في بكتريا حامض الخليك :

1. انتاج تراكيز عالية من حامض الخليك
2. ان تحتاج الى اقل كمية من المواد المغذية
3. ان تعمل اكسدة عالية Over – Oxidation

*** انتاج حامض الخليك :**

هناك عدة طرق لإنتاجه وهي :

اولاً : الطرق البطيئة Slow methods وتشمل :
1. Home method (Let alone)
2. Orleans (French) method

ثانياً: الطرق السريعة Quick methods وتشمل
1. Trickling (Generator) methods
2. Submerged (Acetator) method

الطرق البطيئة :

الطرق البيتيه Home methods:

يؤخذ التمر او عصيرهُ ويترك ليتخمر لمدة 40 يوم بعد اضافة بكتريا ام الخل Mother of vinegar وهي عبارة عن الطبقة العليا اللزجة التي تظهر فوق الخل حيث تلتصق بها البكتريا الهوائية . وهذه الطريق لاتنفع من الناحية الانتاجية بسبب عيوبها التي هي:

1. الانتاجية عادة تكون ضعيفة
2. بطأ عملية التخمير .
3. حدوث تكسر Over- Oxidation للحامض المنتج .
4. منافسه البكتريا والخمائر لبكتريا حامض الخليك .
5. غياب السلالات ذات الانتاجية العالية .

2. طريقة Orleans French:

هذه الطريقة جيدة وتصلح ان تكون معملية حيث تؤخذ عادة براميل فيها ثقوب او فتحات جانبية وتوضح بصورة افقية , يوضع العصير داخل البراميل ويترك للتخمر الى ان يصل تراكيز الحامض الى 13%. تكون الطريقة بملأ ربع حجم البراميل بوجبة سابقة من الخل (خل قديم) ثم يضاف السائل المتخمر بحيث يبقى ربع او ثلث البراميل فارغ . وتستمر عملية التخمير لمدة اسابيع او اشهر وبدرجة حرارة هي 21-29 م . يسحب المنتوج ويترك ربعه او ثلثه لتصنيع وجبة اخرى , وتكون كمية الحامض وتركيزه افضل من الطريقة البيتية.

من عيوب هذه الطريقة ان بكتريا حامض الخليك تترسب في اسفل البراميل احياناً .

الطرق السريعة :

طريقة المولدات Trickling Generators

تستخدم مولدات التخمير Fermentation generators, وينقسم المولد الى ثلاثة اجزاء , وغالبية المخمر عبارة عن الجزء الوسطي حيث يوضع فيه اي مادة ماسكة سيليلوزية (نشاره خشب , عرانيص ذرة , فحم) وعادة تستخدم نشارة الخشب حيث تشبع ببكتريا حامض الخليك (البادئ). اما في الجزء العلوي فيسكب السائل الكحولي (عصير الكحول بتركز 7-11% يمتلك السائل الكحولي مع البكتريا المحملة على النشارة فتحصل عملية اكسدة الكحول الى حامض الخليك والي ينزل الى الجزء الثالث (السفلي) من المخمر حيث يتجمع الحامض.

اذا كانت حموضة الحامض قليله نعمل له Recycling اي تعاد دورة الاكسدة مره ثانية .

ويتم التحكم بالكمية الساقطة ووقت السقوط بحيث يبقى السائل اطول فترة ممكنة في الجزء الوسطي.ويضخ الهواء من الاسفل الى الاعلى لغرض حصول الاكسدة . وخلال عملية الأكسدة ترتفع درجة الحرارة داخل المخمر , وبما ان درجة الحرارة المثلى للبكتريا حامض الخليك هي اقل من 30 م لذا تحتاج الى عملية التبريد للخمر لكي تعمل البكتريا بشكل جيد ....

ويتم ذلك بعد طرق منها

1. وضع مبرد cooling coil داخل المخمر.
2. تبريد السائل الكحولي قبل سكبه على الجزء الوسطي
3. تبريد الناتج (الخل) ثم اعادة ضخه مرة اخرى .

يجب ان تكون كمية الهواء محسوبة , فإذا كانت كمية قليلة فالأكسدة ستكون ضعيفة وماذا كانت كميتهُ كثيرة فيحصل Over – Oxidation , لذلك تحسب كمية الهواء لكل دقيقة او لكل ساعة في هذه الطريقة يستغرق التخمر 2-3 ايام وتستخدم بكتريا Acetobacter suboxidans.

-طريقة التخمر الغاطس Submerged (Acetators)

تعتبر هذه الطريقة اسرع وأكفأ وأفضل طريقه لإنتاج حامض الخليك , وتستخدم فيه بكتريا *Acetobacter acetigenum*, فترة التخمير 36 ساعة ويصل تركيز الحامض الى 12% . اما الخل الاعتيادي الذي يباع فيكون تركيزه 3-4 %. يحوي Acetator في داخله على موزع للهواء حيث يصل على توزيع الهواء على رغوة Defamer يعمل على ازاله الرغوة المتكونة في عملية التخمير .

ويركب على جانب المخمر جهاز ال Alkograph الذي يقيس تركيز الكحول ومنه يعرف ان أنتاج الحامض قد تم خلال قياس كمية الكحول المتبقي . ويوجد ايضاً جهاز تبريد cooler وهو مهم لتبريد المخمر وتوفير الظروف الملائمة لعمل البكتريا . يتم التصنيع بوضع المحلول الكحولي في المخمر وأضافه لقاح بكتيري نشط , وقد تضاف بعض المغذيات فضلاً عن اضافه مركبات او مواد للسيطرة على الرغوة ...

والخل الناتج اما يرشح لإزالة المواد العالقة وبقايا البكتريا المترسبة او يبستر للقضاء على المايكروبات الملوثه والتي قد تسبب تلف الناتج النهائي بدرجة 60-63 م لمدة اقل من دقيقة وأحيانا يعامل بـال SO_2 للقضاء على المايكروبات الملونة والتي وقد تسبب تلف المنتوج النهائي ...

العيوب التي تصيب الخل :-

1. نمو بكتريا *Lactobacillus* و *Leuconostoc* وبكتريا Butyric حيث تنتج نكهة وطعم غير مرغوبين.
2. حدوث Over-oxidation وتقوم *Acetobacter accetii subsp oxylinum*