يتم التصنيع بهذه الطريقة بوضع المحلول الكحولي في المخمر واضافة خل نشط من وجبة سابقة او لقاح بكتيري على ان تركيز الكحول في بداية التخمر بين ٥-٦٠% والحامض من ١-١,٥% وعندما ينخفض تركيز الكحول الى ٠,٥% تضاف وجبة جديدة من المحلول الكحولي الطازج ، وقد تضاف بعض المغذيات للمحلول كما يضاف السليكون لتقليل الرغوة ، وعندما تنخفض نسبة الكحول الى ٠,٣% تنتهي عملية تصنيع الخل ثم يرشح ويعبأ .

ومن الممكن ان تجري عمليات اخرى على الخل الناتج منها :

١- تعتيق الخل

٢- ترويق الخل : يرشح الخل لتحسين مظهرهُ او يروق بأضافة مواد الترويق مثلا الجيلاتين والبنتون و الكازين

٣- بسترة الخل : يبستر الخل بالطرق التالية :

أ- ١٤٠ – ١٥٠ف° لمدة نصف ساعة ثم يبرد الى ٩٥ف° ويعبأ في براميل او قناني .

ب- تسخين الخل الى ١٥٠-١٦٠ف° ثم يعبأ في زجاجيات وتقفل .

ج- يعبأ الخل في زجاجيات ويسخن الى ١٥٠-١٦٠ف° لمدة كافية ثم تقفل وتبرد .

قد تضاف مواد كيمياوية للتأثيرعلى بكتريا حامض الخليك مثل حامض البنزويك بدون بسترة او ثاني اوكسيد الكبريت.

انتاج خميرة الخبز :

خميرة الخبز من الفطريات الحقيقية Euomycetes وهي خلايا حية من سلالة *Saccharomyces Cerevisiae* والتي تنتج على بيئة مناسبة مثل المولاس او عصير التمر او اي محلول سكري مناسب . لقد استعملت هذه الخميرة في تصنيع الخبز وقد تم تصنيعها وتسويقها على شكل خمائر طرية مكبوسة Compressed yeast خلال القرن التاسع عشر عندما كانت عمليات تصنيعها مترافقة مع عملية تصنيع الايثانول ونتيجة للبحوث والدراسات فقد تطورت صناعة الخمائر بعد تغيير العملية الانتاجية بأدخال الهواء اثناء عملية التنمية لزيادة الانتاج وخفض كمية الايثانول المتكونة واستخدام المضافات الغذائية لزيادة سرعة النمو وكمية الخمائر الناتجة واستخدام اوساط غذائية رخيصة مثل المولاس واصناف التمور غير الجيدة او المتضررة والتي لاتصلح للتسويق او التصدير وهذين الوسطين يعتبران اهم وسطين لانتاج خميرة الخبز للاغراض التجارية في العراق للاستفادة منها اقتصادياً في سد حاجة صناعة الخبز المحلية .تعتبر خميرة الخبز *Saccharomyces Cerevisia*. احدى الخمائر المهمة في الصناعات الغذائية وهي تنمى في وسط ملائم ثم تجمع وتغسل وتضغط الى محتوى ٣٠ – ٣٢% مواد صلبة كلياً وتسمى انذاك بالخميرة الرطبة Compressed yeast اوانها تجفف تحت ظروف مسيطر عليها من الحرارة والرطوبة الى محتوى رطوبي ٧.٥– ٩%وتسمى في هذه الحالة بالخميرة الجافة الفعالة Active dry yeast وعموماً فأن كلا النوعين يخضع لمواصفات قياسية منها .

الصفات	الخميرة الطرية المضغوطة	الخميرة الجافة
اللون	ابيض كريمي	كريمي
الرطوبة (نسبة مئوية) الحد الاعلى	٧٤%	٩%
الحد الاعلى للاحياء المجهرية الغريبة	١.٥	٨

استعمالات خميرة الخبز :

تستعمل خميرة الخبز في عملية انتاج الخبز والكثير من المعجنات الاخرى لذلك اصبح لهذا النوع من الخمائر اهمية اقتصادية كبيرة جداً فعلى سبيل المثال تنتج الولايات المتحدة ٣٥٠ مليون طن من هذه الخميرة سنوياً ٣٠% منها تنتج بشكل خميرة جافة اضافة الى ذلك فأن خميرة الخبز تحمل الصفات الخلوية الاخرى . الموجودة في خلايا الخميرة المنتجة الى عالم الفطريات مما جعلها اداة بحث وتجارب في كثير من المختبرات منذ اكتشاف الاحياء المجهرية والى يومنا هذا .

ان الخمائر خلايا مجهرية لاهوائية اختيارية ، اي انها تستطيع ان تستهلك السكريات كمصدر للطاقة في حالة وجود او انعدام الهواء على حد سواء . اما في الظروف اللاهوائية فان النمو يمتد الى عدة اجيال فقط ثم يتوقف وهكذا يتحول السكر في عملية التخمر الى كحول اثيلي وثاني اوكسيد الكاربون .

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH + Energy$$

ان هذه العملية تعتبر مصدر للطاقة حيث تولد ٢ مول من ATP لكل مول واحد من الكلوكوز.

اما في الظروف الهوائية فان الخميرة تأكسد الكلوكوز اكسدة تامة الى ثاني اوكسيد الكاربون والماء

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

وبذلك يولد المول الواحد من الكلوكوز المؤكسدة تقريباً ٣٨ مول من الـ ATP .

ان الاساس النظري لانتاج خميرة الخبز يبنى على اساس تحويل السكر الى كحول و CO_2 بواسطة خلايا الخميرة مع انتاج كمية كبيرة من الطاقة حيث تستعمل هذه الطاقة في بناء خلايا الاجيال المتعاقبة من الخميرة . وبالتالي فكلما كانت الطاقة الناتجة اكبر كان محصول الخلايا اكبر والعكس صحيح ويمكن التحكم بذلك صناعياً بأجراء التخمر اما تحت الظروف الهوائية او تحت الظروف اللاهوائية .

* وفيما يلي تلخيص المراحل المهمة في معظم معامل انتاج خميرة الخبز *

١ - انتخاب السلالة (او المزرعة)خميرة الخبز يجب ان تمتاز بقابليتها على النمو الجيد في الظروف الهوائية والانتاج العالي من مواد خام رخيصة كالمولاس وعصير التمر كما يجب ان تمتاز بثباتية عالية عند الخزن . تدام هذه السلالات في مختبرات الاحياء المجهرية على اوساط غذائية مناسبة تنقل بفترات منتظمة وتخزن بدرجات حرارية منخفضة لحين الاستعمال .

٢- تحضير المستعمرات Seed Yeast:

ان المزرعة المستعملة للانتاج تسمى الـ Seed Yeast تأخذ من انبوبة اختبار أكار وتنمى لعدة اجيال (عادةً بين ٣ – ٤) ان الجيل الاول يكون في فلاسك حيث ينمى لمدة يومين ثم يستعمل كبذرة لتلقيح المخمر الاول ومنه الى المخمر الثاني والثالث وبالتعاقب وهذه المخمرات تزداد سعة بالتدرج من الاول الى المخمر الاخير يختلف عددها حسب البلد المنتج وتستعمل التهوية البسيطة في جميع هذه المخمرات .

٣- المادة الخام : Raw Material

يعتبر المولاس والتمور المصدر الرئيسي لتنمية الخميرة حيث يحتويان على السكريات الضرورية اضافة الى احتوائها على الاملاح والفيتامينات والنتروجين الامينى الضروري لنمو الخمائر .

٤- مراحل الانتاج التجاري:

ا- التهوية : ينقى الهواء بواسطة الحرارة والفلتر وتبدأ التهوية حالما يضخ العصير السكري الى المخمر Fermentor ويدخل الهواء من خلال انابيب خاصة موجودة في اسطوانة المخمر . يكون معدل التهوية حجم واحد من الهواء لكل حجم واحد من السائل في المخمر في الدقيقة الواحدة .

ب- ضبط الرغوة : تتولد رغوة في المخمرات يتم التخلص منها بأستعمال مواد كاسرة للرغوة Antifoaming agent هذه المواد يجب ان تكون امنة الاستعمال وصالحة كغذاء مثل الزيوت النباتية او الحيوانية .

ج- الحصاد(الناتج) : في نهاية عملية الانتاج التجاري يبرد الناتج ويجمع بواسطة الطرد المركزي والناتج المغسول والمسمى عادة كريمة الخميرة تبرد جيداً وتخزن الى حين التصنيع بالشكل النهائي المطلوب

د- ازالة الماء : عندما يراد التاج خميرة جافة فأن كريمة الخميرة السابقة الذكر . تجفف في مجففات تحت الضغط المخلخل vacuum oven الى درجات رطوبية لا تتجاوز ٩% اما خميرة الخبز المضغوطة فأن نسبة الرطوبة فيها بين ٢٧ الى ٣٠ % حيث يسحب الماء عنها بواسطة مرشحات دوارة بمساعدة مفرغات هواء Rotary vacuum filters

* العوامل المؤثرة على تنمية الخميرة خلال الانتاج *

١- معدل النمو : Growth rate

في الانتاج التجاري لخميرة الخبز تستخدم طريقة Feed – Batch Fermentation بكثرة حيث تضاف المادة الاولية تدريجياً الى المخمر في حين تبقى نواتج التخمر ولاتزال الابعد الانتهاء من عملية التخمر ويتم ذلك عادةً عند امتلاء المخمر Frementor وتستغرق عملية التخمر من ٨ الى ٢٠ ساعة ، حيث ينخفض معدل النمو وزيادة الوقت اللازم لانقسام الخلايا من ٣ الى ٥ وحتى الى ٧ ساعات وذلك فأن مضاعفة اعداد الخلايا يكون بطيئاً ويوضح الجدول التالي العلاقة بين معدل النمو U ووقت الانقسام G.T /hr.

G.T / hr.	معدل النمو U
1	0.643
2	0.345
3	0.230
4	0.173
5	0.139

٢- الاوكسجين والتهوية Oxygen requirement and aeration

تقدر قيمة معامل الانتاج (y) yield coefficient عند تنمية الخميرة هوائياً بـ (٠,٠٧٥) وهذا يعادل انتاج (٧,٥) كغم خميرة جافة لكل ١٠٠كغم سكريات . اما في النمو اللاهوائي فأن Y = ٠.٠٥٤ ومن هنا يتضح الفرق بين التنمية الهوائية واللاهوائية للخميرة في انتاج الكتلة الحيوية.

تتغير طريقة التهوية تبعاً لتغيير طريقة التخمير فعند استخدام مخمرات حاوية على Agitators فأن كمية الهواء اللازمة تعادل خمس اضعاف كمية الاوكسجين . وعند استخدام التحريك الميكانيكي فأن الهواء يتوزع بصورة جيدة ويتم الحصول على فقاعات صغيرة ذات مساحة سطحية كبيرة وفي مثل هذه الطريقة فأن ٤٠ – ٥٠ % من الاوكسجين يتحول الى الحالة السائلة ويستخدم من قبل الخميرة وتتأثر الفعاليات الحيوية للخميرة عند استخدام خليط من الغازات في التهوية حيث يزداد استهلاك الكلوكوز ويتم انتاج الايثانول وتزدوج قابلية الخميرة على التنفس وتخمر السكر .

٣- تركيز السكريات المتخمرة :

ان وجود الكلوكوز بتراكيز عالية يؤدي الى ملع النمو الهوائي للخميرة حتى وجود كميات كافية من الاوكسجين لذا يجب اضافة الكلوكوز والفركتوز بصورة تدريجية وعند استخدام عصير التمر الحاوي على هذين السكرين يجب ان يكون ذو Brix مناسب لاجراء عملية التخمر وانتاج الخميرة . ٤

٤- درجة الحرارة :

تتراوح درجة حرارة التنمية في الانتاج التجاري عادةً بين ٢٨ – ٣٠ °م .

°C	G.T/hr.
20	5
24.5	3
30	2.2
36	2.6
40	4
43	8

٥- درجة الحموضة(الـ P^H):

الـ P^H الملائم للعصير عند انتاج خميرة الخبز تتراوح بين ٤.٥ – ٥ .

٦- الضغط الازموزي: Osmotic Pressure

من خلال التجارب وجد ان خميرة الخبز لاتقاوم التراكيز السكرية العالية ولكن بعض الباحثين وجد ان لخميرة الخبز القابلية على مطاوعة زيادة التراكيز التدريجية للمواد الصلبة مقارنةً بتنميتها مباشرةً في وسط غذائي ذو محتوى عالي من السكر .

٧- تركيز الخميرة في المخمر :

تضاف الخميرة الى المخمر بنسبة ٤ – ٦ % خميرة جافة .