الخميرة

الخميرة وتخمر العجين Yeast and Dough Fermentation:

الخمائر : هي كائنات حية وحيدة الخلية تتكاثر خضريا بواسطة التبرعم انتجت خميرة الخبز لاول مرة على نطاق تجاري على شكل خميرة طرية Compressed Yeast وخلال الحرب العالمية الثانية تم انتاج خميرة جافة فعاله Active dry Yeast ذات درجة ثبات عالية خلال عمليات النقل والخزن. ومع تقدم تقنيات الهندسة الوراثية تم انتاج خميرة جافة ذات نشاط عالي ذاتية الذوبان لاتحتاج الى قوة تنشيط تضاف مباشرة للطحين.

من الطرق الشائعة لتصنيع خميرة الخبز التجارية Saccharomces Cereviciae وهو استخدام المولاس واملاح الامونيا كوسط للنمو ثم يدخل تيار من الهواء لمنع التخمر وتشجيع نمو وتكاثر خلايا الخميرة. تضبط ظروف النمو من درجة حرارة و PH وكمية الامونيا والمعادن بعدها تفصل خلايا الخميرة النامية بالطرد المركزي وتغسل وتضغط لانتاج خميرة طرية مكبوسة Compressed Yeast تحتوي على 9% N و 1 – 1.4 % P و 69 – 71% رطوبة.

أما الخميرة الجافة النشطة فتصنع من سلالات تختلف عن سلالات الخميرة الطرية فيجب ان تكون سلالات الخميرة الجافة مقاومة لعمليات التجفيف كما انها تبقى فترة اطول قبل البدء بتخمر المالتوز وان الخميرة الجافة تعمل في وسط ذات ضغط ازموزي عالي تصل نسبة الرطوبة فيها 8% تتميز بثباتها على درجة حرارة الغرفة لمدة طويلة وكذلك سهولة التداول. من عيوبها يجب استرجاعها بالماء الدافئ ولها مدى ضعيف في درجة الحرارة 37 – 40 م قبل اضافتها الى باقي المكونات.

تحتوي الخميرة المنتجة تجاريا على بكتريا من نوع Lactobacill وهذه مهمة في صناعة الكراكرز والخبز الحامضي Sour Dough Bread.

أسترجـــاع الخميـــرة الجافـــة:

يجب ان تكون درجة حرارة الماء اللازم لاسترجاع الخميرة 37 – 40 م وعندما يكون الماء حارا له تأثير سلبي على جدران خلايا الخميرة ونشاطها الانزيمي أما في حالة الماء البارد فان بعض المكونات تخرج من داخل خلايا الخميرة.

تدخل الخميرة في حالة سبات بعد عمليات التجفيف في حالة الخميرة الجافة او استخدام درجات حرارة منخفضة في حالة الخميرة النشطة فعند استرجاعها يتكون غاز CO_2 الناتج عن وجود السكريات المخزونة بداخلها من نوع Disaccharides Terhalose.

كميـــة الخميـــرة المستخدمـــة في صناعـــة الخبـــز :

تتراوح نسبة الخميرة الجافة في صناعة الخبز الابيض بين 15 – 2 % من وزن الطحين و تصل النسبة الى 5 % عند صناعة أنواع من الخبز . ان ارتفاع نسبة الخميرة يسبب زيادة مسامية العجينة ومسامية الخبز الناتج مما يسبب سرعة تجلد الخبز. اما انخفاض نسبة الخميرة المضافة يؤدي الى تأخر عملية التخمر وتصبح العجينة لزجة وقوام اللب ضعيف .

نشـــاط الخميـــرة :

يقصد بنشاط الخميرة انتاج الغاز في العجينة نتيجة تخمر السكريات ويعتبر الكلوكوز هو المادة الاولية ويشترك في عملية تحويل الكلوكوز الى CO_2 اكثر من 12 انزيم كما في المعادلة التالية:

Glucose +2ATP + 2p→ 2 ethanol + 2ATP + $2H_2O$.

$C_6H_{12}O6$ + 2 ADP + 2pi → $2CH_3CH_2OH$ +2ATP + 2 H_2O.

من الناحية التطبيقية تكون الكمية المتكونة من CO_2 اقل مقارنة بالناحية النظرية وذلك لتكون الكثير من المركبات مثل الكليسرول واحماض عضوية وكحول ذات سلاسل طويلة وكذلك تكون مواد بنائية ومواد خلوية جديدة, كذلك فان الجزء المستخدم فعلا من الـ glucose لانتاج غاز Co2 يتراوح بين 75 – 90 % اعتمادا على وقت التخمر وكمية الخميرة ودرجة حرارة التخمر ومدى توفر المصادر الكاربونية والنايتروجينية في العجينة.

تخمـــر العجينـــة:

أن المراحل الأولى لتخمر العجينة تكون هوائية و بعد استهلاك ال O2 يكون التخمر لا هوائي يشجع التخمر الهوائي نمو و تكاثر الخميرة . بينما يشجع التخمر اللاهوائي أنتاج ال CO_2 و أيثانول يذوب الغاز في الوسط و ينخفض ال PH و تستمر عملية ذوبان الغاز الناتج عندها يكون الغاز قادر على رفع العجينة و تتكون خلايا غازية كبيرة . ثم تجرى عملية ضرب العجينة Punching او اعادة عجن العجينة. الغرض الاساسي منها هو تقسيم الخلايا الغازية الكبيرة الى خلايا اصغر. وكذلك اعادة تلامس الخميرة لمواد سكرية جديدة قابلة للتخمر لان الخميرة ليس لها القابلية على التحرك في العجينة. وهذه تعتمد على كمية السكر المنتشرة حول الخميرة ومع تقدم عملية التخمر تكون مسافة الانتشار بعيدة عن خلايا الخميرة مما يؤدي الى بطء عملية التخمر, اما عند اعادة عملية العجن او الضرب تستعيد الخميرة نشاطها من جديد وتقوم بإنتاج كمية اخرى من الغاز.

العوامل المؤثرة على تخمر عجينة الخبز:

1 – عملية العجن : تؤدي ميكانيكية عملية العجن عند تحضير العجينة الى ادخال فقاعات هوائية. وهذه تكون نواة لانتاج الغاز من قبل الخميرة. وخلال عملية العجن فان كمية الهواء الداخلة للعجينة تقدر بنصف كمية الهواء التي يمكن تحجزها العجينة مما يساعد في تشجيع عملية التخمر. أن اضافة المواد المستحلبة يؤدي الى تقليل الشد السطحي داخل العجينة. مما يزيد من عدد الخلايا الغازية اثناء عملية العجن.

2 – درجة الحرارة: أن سرعة التخمر و أنتاج تاج الغاز تزداد بارتفاع درجة الحرارة الى ان تصل الى 38م ثم يبدأ معدل أنتاج الغاز بالانخفاض . و باستمرار درجة الحرارة يبدأ نشاط الخميرة ثم ينخفض النشاط حتى تصل درجة الحرارة الى 55م حيث تموت الخميرة وهذا ما يحدث في الفرن خلال عمليات الخبيز.

3 – الـPH : يتراوح الـ PH الذي تعمل فيه الخميرة بنشاط بين 4-6 وتكون لها القابلية على انتاج الغاز عند ارتفاع PH العجينة اكثر من 6 يؤدي الى انتاج الكليسرول وزيادة حامض الخليك وينخفض نشاط الخميرة تدريجيا عندما يصل الـ PH الى 3-4 ويحصل انخفاض حاد في نشاط الخميرة عندما يكون الـPH اقل من 3 .

4 – الضغط الازموزي: تعتبر خميرة الخبز حساسة جدا للضغط الازموزي الناتج عن ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة في العجينة والناتجة عن وجود السكريات والاملاح.

تأثير الخميرة على الخواص الفيزياوية للعجينة:

اضافة الى دور الخميرة في انتاج الغاز الذي ينفش العجينة واعطاء الحجم المطلوب للخبز وصفات اللب المرغوبة فان للخميرة دور في تغيير الصفات الفيزياوية للعجينة وهي الصفات المطاطية ومقاومة المطاطية.

أن العجينة بعد عملية العجن يكون الـ PH لها6 ثم ينخفض الى 5 بعد ذوبان غاز CO_2 في الوسط السائل وانتاج حامض الكاربونيك وتكون بعض الاحماض العضوية. وهذا الاختلاف في الـ PH له دور مهم في تغيير خواص العجينة.

دور الخميـــرة في تكويـــن مواد النكهـة للمـــواد المخبـوزة:

يمكن بسهولة التفريق بين نكهه العجين المتخمر وغير المتخمر وكذلك الخبز الناتج عنهما, حيث تتكون مركبات كثيرة نتيجة عملية التخمر منها. الايثانول – بروبانول – بيوتانول- ايزوبيوتانول – بنتانول- واحماض عضوية اخرى كذلك تتكون مركبات اخرى اثناء عملية التخمر وهي مركبات الاستيلديهايد – فورفورال وهي تتركز في قصرة الخبز وتتكون اثناء عملية الخبيز. وتحدث تفاعلات بنية غير انزيمية لذلك يتكون اللون البني في قصرة الخبز ويبلغ عدد مركبات النكهة الناتجة من عملية تخمر الخبز الى 211 مركب مختلف على الاقل ثم تشخيصها.

فقدان وزن العجينة اثناء التخمر:

هناك نوعان من الفقد في العجينة اثناء عملية التخمر:

1 – الفقد الظاهري : الذي يرجع الى فقدان الرطوبة بالتبخر اثناء عملية التخمر.

2 – الفقد الحقيقي: وهذا الفقد ناتج من استهلاك المواد السكرية والنيتروجينية وتحويلها الى كحول و غاز CO_2 واحماض عضوية واسترات ومركبات اخرى غير طيارة تفقد اثناء عملية الخبيز. وان هذا الفقد يعتمد على شدة عملية التخمر وكمية غاز CO_2 الناتجة.