صناعة الخبز

معدل استخلاص الدقيق Flour extraction rate:

وتعرف كذلك بنسبة الاستخلاص وهو يعبر عن وزن الدقيق الناتج من طحن ١٠٠ جزء من القمح. والقمح عادة يحتوى على ٨٢% من الإندوسبرم الأبيض النشوى اللازم لإنتاج الدقيق الأبيض إلا أن الصعوبة بمكان فصل الـ ١٨% الباقية من الأغلفة فقط وكذلك الجنين والألبرون للحصول على دقيق أبيض بنسبة استخلاص ٨٢%.

والحدود المثلى للحصول على دقيق أبيض ميكانيكيا تكون عادة ٧٥% وأى استخلاص أكثر من ذلك يعمل على دكانة لون الدقيق وذلك لوجود الأغلفة به حيث تكون ملتصقة بطبقة الإندوسبرم. وهناك عدة طرق لحساب نسبة الاستخلاص يمكن تلخيصها فيما يلى:

معدل استخلاص الدقيق Flour extraction rate:

١- نسبة الاستخلاص = (وزن الدقيق / وزن القمح الخام) × ١٠٠

٢- نسبة الاستخلاص = (وزن الدقيق / وزن القمح بعد التنظيف) × ١٠٠

٣- نسبة الاستخلاص = (وزن الدقيق / وزن القمح النظيف بعد التكييف) × ١٠٠

٤- نسبة الاستخلاص = (وزن الدقيق / وزن نواتج الطحن مجتمعة) × ١٠٠

وأهم هذه الطرق هى الطريقة الأولى وتفيد فى إعطاء فكرة عن الناحية الاقتصادية للمطحن – أما الطريقة الثالثة فهى تفيد فى الحكم على كفاءة عملية الطحن – ويعبر عن نسبة الاستخلاص فى بريطانيا بنسبة الدقيق الناتج من القمح بعد تنظيفه – أما فى أمريكا فيعبر عن نسبة الاستخلاص بوزن القمح النظيف اللازم للحصول على ١٠٠ رطل من الدقيق.

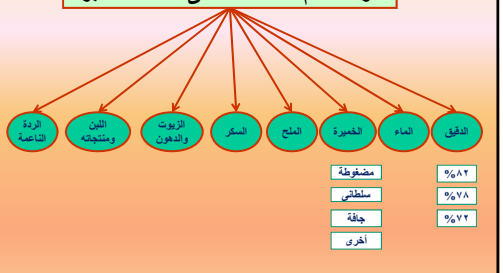
مقدمــة

للخبز وصناعته تاريخ قديم أكثر من أى نوع آخر من الأغذية، ولقد صاحب الخبز الإنسان فى الأزمنة القديمة وفى قرون عديدة، حيث كان الخبز على الأحجار المسخنة أو مباشرة فى مناطق تحمى بالنار، كما أن قدماء المصريين والبولونيين عرفوا صناعة الخبز المخمر منذ أكثر من ١٠٠٠ سنة قبل الميلاد، ويظهر ذلك بوضوح على الرسوم المنقوشة على معابدهم.

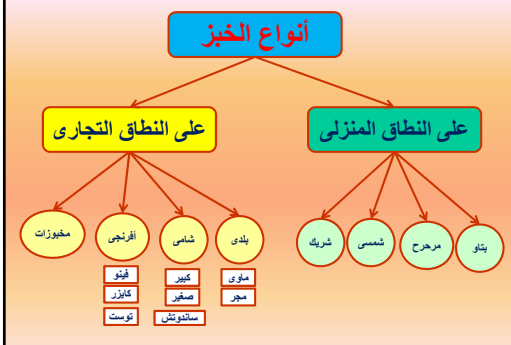
ويعتبر الخبز الغذاء الرئيسى فى كثير من بلدان العالم حيث يمد الإنسان بالكثير من عناصره الغذائية أكثر من أى غذاء آخر ويعتمد أكثر من ٥٠% من سكان العالم فى تغذيتهم على الخبز فى الحصول على أكثر من ½ الاحتياجات من السعرات الحرارية يوميا.

ويمثل الخبز أحد المواد الغذائية الضرورية لمعظم شعوب آسيا وأفريقيا حيث يعتمد عليه إعتمادا كبيرا فى الحصول على السعرات الحرارية اللازمة لنشاط الإنسان كما أنه يحتوى على نسبة من البروتين وقليل من الدهن إلى جانب بعض العناصر المعدنية التى يحتاجها جسم الإنسان.

المواد الخام المستخدمة فى صناعة الخبز



وتتعدد طرق إعداد الخبز باختلاف بلاد العالم بل داخل البلد الواحد، نجد أن الخبز يختلف باختلاف المناطق داخل تلك البلاد.



المواد الخام المستخدمة فى صناعة الخبز:

١- الدقيق Flour:

ويستخدم الدقيق فى صناعة الخبز الناتج من الحبوب المختلفة فهناك الخبز المصنع من دقيق القمح والخبز المصنع من دقيق الذرة وكذلك المصنع من دقيق الشعير أو الشيلم أو الشوفان.
وفى بعض البلاد يصنع الخبز من مخلوط من دقيق الذرة والقمح والحلبة وهكذا، ويختلف الدقيق المستخدم فى صناعة الخبز فى نسبة الاستخلاص كما يلى:

أ- الدقيق الفاخر:

وهو دقيق القمح استخلاص ٧٢% وهذا النوع من الدقيق إما أنه يتم إنتاجه بالبلاد أو يتم استيراده من الخارج من فرنسا أو أمريكا أو اسبانيا، ويفضل فى جميع الأحوال أن يستخدم الدقيق فى التصنيع بعد إنتاجه بحوالى من ٣-٦ شهور وذلك حتى لا يتعرض إلى وسائل الفساد أو الإصابة الحشرية التى تؤثر عليه.

ب- الدقيق البلدى:

وهو دقيق القمح تتراوح نسبة الاستخلاص به بين ٨٢-٨٧,٥% وقد تصل فى بعض الأحيان إلى ٩٣,٣% ويحتوى هذا الدقيق على نسبة مرتفعة من الردة تتناسب تناسبا طرديا مع زيادة نسبة الاستخلاص.

وعموما فإنه لخصائص الدقيق وتركيبه الكيماوى أثر كبير على خصائص وصفات العجين وبالتالى على صفات الخبز الناتج.

٢- الماء Water:

يعتبر الماء من أهم المواد المستخدمة فى صناعة الخبز، وعادة ما يحتوى الماء على كمية صغيرة من العناصر المعدنية على صورة أملاح وعادة ما تختلف هذه العناصر المعدنية من منطقة إلى أخرى داخل نفس البلد ومن الطبيعى أن تختلف من بلد إلى آخر، ولاشك أن هذا الاختلاف فى التركيب يؤدى إلى التأثير على سلوك العجينة أثناء خطوات التصنيع.
ويضاف الماء إلى الدقيق لتكوين العجينة بكميات تتوقف على الآتى:

١. نسبة البروتين فى الدقيق حيث أن له القدرة على تشرب الماء بنسبة عالية تصل إلى حوالى ٣٠٠% أو أكثر وبالتالى فكلما زادت نسبة البروتين زادت بالتالى نسبة الماء اللازم لتكوين العجين.
٢. زيادة نسبة حبيبات النشا المتهتكة تزيد من نسبة الماء الممتصة بواسطة الدقيق.
٣. درجة استخلاص الدقيق، حيث أن زيادة نسبة الاستخلاص تعمل على زيادة نسبة إمتصاص الدقيق للماء وذلك لزيادة نسبة الأغلفة بالدقيق.
٤. وجود المواد الهيجروسكوبية مثل البنتوزانات والتى تزيد من تشرب الدقيق للماء.

وترجع أهمية الماء إلى العوامل الآتية:

١. يعمل الماء مع البروتين غير الذائب على تكوين شبكة الجلوتين إلا أن زيادة كمية الماء عن اللازم يكسر الروابط التى تربط الشبكة الجلوتينية وبالتالى تفقد العجينة صورتها المعروفة.
٢. يعتبر الماء وسط مناسب لإذابة المواد القابلة للذوبان كالسكر والملح والبروتينات القابلة للذوبان فى الماء وبالتالى توزيعها داخل النظام بأكمله.
٣. يعتبر الماء وسط لإنتشار الخميرة وكل المكونات الغذائية اللازمة لنموها.
٤. يساعد الماء على تكوين القوام اللزج للعجين إلا أن زيادته عن اللازم يقلل من لزوجة العجين المتكون.
٥. يعتبر الماء عامل منظم لدرجة الحرارة للعجينة كلها حيث يساعد فى ضبط درجة حرارة العجينة وذلك عن طريق التحكم فى درجة حرارة الماء المضاف، ويجب أن يتناسب مع بقية درجات حرارة المكونات.
٦. يعمل الماء على تشجيع فعل الإنزيمات وذلك من خلال نقلها وتوزيعها على جميع مكونات الدقيق.

- وعادة ما تحتوى المياه على مصادر دائمة أو مؤقتة للعسر Hard water أو وجود الماء اليسر Soft water.
- ويلاحظ عادة أن المياه الغير عسرة تعمل على إنتاج عجينة لزجة Sticky dough وذلك لأن العجينة تصبح ضعيفة ولا تستطيع أن تحمل فيما بينها كمية كبيرة من الماء ولكن يلاحظ أن الجلوتين يصبح قوى وقادر على حمل كمية كبيرة من الماء فى حالة وجود كمية محدودة من الأملاح المعدنية فى الماء المستخدم أو طبيعيا فيما لو توفرت المياه العسرة.
- ومن الملاحظات الهامة أن وجود كمية صغيرة من هذه الأملاح يكفى لإحداث هذا التأثير على خواص العجينة. أما فى حالة وجود كمية كبيرة من هذه الأملاح فإن ذلك يؤدى إلى:
  أ- تعطيل عملية التخمر.
  ب- تجعل الجلوتين (شبكة الجلوتين) جامد جدا ولا يكتسب بعد ذلك خاصية المرونة والمطاطية المطلوبة ويترتب على هذه الحالة أن لا يستطيع الغاز المتكون داخل العجينة أن يتمدد وبالتالى يؤثر فى الشكل النهائى للخبز المنتج.
- ويمكن تلافى التأثير السى للماء اليسر عن طريق إضافة كمية من الأملاح (فى صورة أملاح معدنية) وهى لازمة أيضا لنشاط الخميرة.
- أما فى حالة وجود الماء العسر فإنه يمكن للقائمين بالعمل معالجة هذا الموضوع عن طريق إجراء عملية على للمياه ثم ترشيحها وذلك فى حالة فى حالة العسر، المؤقت (أملاح الكالسيوم والماغنسيوم فى صورة كربونات أو بيكربونات) أما فى حالة العسر المستديم وهو وجود الأملاح السابقة فى صورة كلوريدات أو كبريتات فإنه فى هذه الحالة يتم إضافة كربونات صوديوم للمياه فى هذه الحالة ثم يتم غليها والترشيح للتخلص من هذه الأملاح.

وعموما فإنه من الشروط الواجب توافرها فى الماء المستخدم فى صناعة الخبز ومنتجاته:

١. أن يكون نقيا من الناحية البكتريولوجية أى يكون خاليا من الأحياء الدقيقة المرضية ويستدل على ذلك عن طريق إجراء إختبار بكتريا القولون حيث أن وجود هذه البكتريا دليلا على تلوث المياه.
٢. ومن الناحية الكيماوية يجب أن يكون الماء خاليا من الأملاح المسببة للعسر وذلك نتيجة وجود أملاح الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم حيث وجود هذه الأملاح يؤثر على نشاط الخميرة ويؤثر على صفات الخبز الناتج وعلى هذا يجب اختبار الماء كيميائيا ومعالجتها فى حالة عدم ملائمتها من هذه الناحية.

٣- الخميرة Yeast:

تعتبر الخميرة من الكائنات الحية وحيدة الخلية وصغيرة الحجم ولا يمكن رؤيتها إلا بالميكروسكوب. وتعتبر كذلك من المواد الأساسية فى إنتاج الخبز ونتيجة لنشاطها يتأثر شكل وحجم الخبز الناتج حيث تقوم الخميرة بتحويل السكريات البسيطة إلى كحول وثانى أكسيد الكربون (CO_2) وحيث أن السكريات توجد بكميات صغيرة فى العجينة فإن عمل إنزيمات الدقيق يساعد على تكوين السكر من مكونات العجينة الأساسية ويقوم بذلك إنزيم الدياستيز (ألفا أميليز) الموجود أصلا فى الدقيق حيث يعمل على تحويل نشا الدقيق إلى دكسترينات ثم إلى سكر مالتوز حيث يمكن إنزيمات الخميرة (مالتيز) أن تبدأ فى العمل وتحول المالتوز المتكون إلى جلوكوز.

نشا الدقيق ← ألفا أميليز ← دكسترينات ← بيتا أميليز ← مالتوز

مالتوز ← مالتيز الخميرة ← جلوكوز.

كذلك إذا أضيفت سكريات أخرى إلى العجينة مثال السكروز فإن إنفرتيز الخميرة يقوم بالعمل عليها ويحولها أيضا إلى جلوكوز وفراكتوز ثم يقوم بعد ذلك زيميز الخميرة بالعمل على ما تم تحويله من جلوكوز وفراكتوز إلى كحول، وثانى أكسيد الكربون.

سكروز ← إنفرتيز الخميرة ← جلوكوز + فراكتوز

كحول + ثانى أكسيد الكربون ← زيميز الخميرة

- ويحتجز ثانى أكسيد الكربون بواسطة شبكة الجلوتين وبالتالى يؤثر فى عملية رفع العجين وتكوين اللبابة بالخبز أما الكحول فإنه يتطاير أثناء عملية الخبيز وإنتاج غاز CO_2 مهم جدا وذلك لتحديد درجة نشاطها وكمية الغاز بالضبط اللازم إنتاجها وذلك لكى تعطى عجينة جيدة الصفات.
- ومع تقدم عملية التخمير فإن العجينة تصبح حامضية بالتدريج حيث تعمل الأحماض المتكونة على تليين الجلوتين المتكون وهى خطوة هامة لتسوية العجينة (إتمام تخمرها) – ويساهم ذلك فى تمدد الخلايا الغازية المتكونة بداخل العجينة المتخمرة.
- وأنسب درجات الحرارة لنمو وتكاثر الخميرة هى درجات الحرارة من ٧٠- ٩٥ف كذلك فإن أفضل درجات الحرارة لعملية تخمر العجينة هى ٧٥-٨٠ف وإنخفاض درجة الحرارة عن ذلك تؤدى إلى بطء فى عملية التخمر وارتفاعها عن ذلك فإن التخمر يكون سريعا عما هو متوقع (للفترة الكافية لحدوث تليين فى العجينة)، وأنسب درجة حموضة تنشط عليها الخميرة هى (pH 5.5).
- وبالإضافة إلى كل من الكحول و ثانى أكسيد الكربون كنواتج لعملية التخمر فإنه ينتج أيضا بعض المركبات كالمركبات الألدهيدية والكيتونية وأحماض عضوية نتيجة لنشاط الخميرة وجميعها مسئولة عن إعطاء النكهة والطعم والرائحة للعجينة والخبز الناتج.

أنواع الخميرة المستخدمة:

أ) الخميرة المضغوطة Compressed yeast:

ويفضل أن يتم تكسير (تفريط) الخميرة المضغوطة وكسرها وعمل معلق منها فى ماء دافئ وذلك قبل إضافتها إلى العجينة، ويفضل أن يكون الماء عند درجة حرارة ٨٥ف ويبقى معلق الخميرة لمدة ٥-١٠ ق قبل الاستخدام ويراعى عدم تجاوز درجة حرارة الماء المستخدم عن ٩٥ف.
ويراعى أن يتم تخزين هذا النوع من الخميرة فى الثلاجة على درجة ٣١-٣٢ف ويجب أن لا تتعرض فى أى فترة من الفترات للبرودة أو للحرارة الشديدة ولو لفترة قصيرة، ويمكن أن تحفظ بحالة جيدة نشطة إذا أحسن تخزينها تحت هذه الظروف لفترة تصل إلى ١٤ يوما على شرط عدم تسرب الرطوبة إليها مما يسبب تطريتها. وتمتاز الخميرة الجيدة بلون فاتح ورائحة جيدة وتكون سهلة الكسر، أما الخميرة التى مضى عليها فترة زمنية أو التى لم يحسن تخزينها فإنها تظهر بلون بنى قاتم وتكون طرية نسبيا مع رائحة متغيرة فاسدة.

ب) الخميرة الجافة النشطة Active dry yeast:

ويتم تجفيف هذا النوع من الخميرة بطرق مختلفة أما على صورة مسحوق أو على صورة أقراص وذلك لسهولة تداولها دون الخوف من تطرق الفساد إليها (طالما كانت مخزنة بعيدة عن مصادر الرطوبة).

- وفى حالة استخدام الخميرة الجافة فى عملية التخمر فإنها توضع فى حجم من الماء يعادل أربعة أضعاف وزنها على أن تكون درجة الحرارة للماء المستخدم فى حدود من ١٠٥-١١٠ف وذلك لمدة ١٠ دقائق قبل استخدامها.
- ويلاحظ أن الخميرة الجافة تحتاج إلى درجة حرارة أعلى نسبيا من تلك المستخدمة فى حالة الخميرة المضغوطة.
- وعادة ما تظهر الخميرة الجافة نشاطا يعادل نشاط الخميرة المضغوطة عندما يتساوى الوزن وعليه فإنه فى حالة استخدام الخميرة الجافة فإن نسبتها تعادل نصف وزن الخميرة المضغوطة. وتستخدم الخميرة الجافة تبعا لاقتصادياتها وسهولة تخزينها، كما أمكن إنتاج الخميرة الجافة النشطة لحقليا وتستخدم بنسب أقل مع الدقيق مباشرة ودون تنشيط.

ج- الخميرة السلطانى Sultany yeast:

وذلك باستخدام عجائن مخمرة صناعيا بدون خميرة الخباز ولا يمكن التحكم فى نوع الخسائر التى تقوم بعملية التخمير فى هذه الحالة وتحضر الخميرة السلطانى بأخذ قطعة عجين من وعاء التخمير المعد لانتاج العجين عقب انتهاء فترة التخمير وتوضع مع كمية من الدقيق وتركها للتخمر لمدة تقرب من ٦ ساعات حيث تستخدم كبادئ فى اليوم التالى، وتستخدم بنسب متفاوتة حسب درجة التخمر عند إضافتها فى مراحل التخمر الأولية ويحضر البادئ كما يلى:
تخلط كل ٧-١٠ كجم عجين بحوالى ٩٣-١٠٠ كجم دقيق مع إضافة كمية من الماء لإكساب العجين القوام المناسب ثم توضع فى صندوق خشبى نظيف مع ترطيب سطح العجين بالماء حتى لا تتعرض للجفاف ثم تترك مدة الـ ٦ ساعات للتخمر تصبح بعدها صالحة للإضافة للعجائن لتخميرها وتضاف بنسبة ١٠-٢٠% من وزن الدقيق المستخدم.

د) عجائن مخمرة بخميرة الخباز:

وتستخدم فى بعض المخابز بغرض خفض تكاليف الإنتاج بتقليل كمية خميرة الخباز المستخدمة، حيث يجرى تخمير جزء من العجينة باستخدام خميرة الخباز (حوالى ٠,٥%) وعندما يكتمل تخمر العجينة يضاف إليها بقية العجين لتخميره.

العوامل التى تؤثر على كمية الخميرة اللازمة للتخمير:

أ- درجة الحرارة التى يجرى عليها التخمير:

حيث أن نشاط الخميرة يتحدد على درجة الحرارة الملائمة لنموها وتكاثرها وكذلك قدرتها على إنتاج غاز CO_2 والكحول والمكونات الأخرى فى العجين وعادة تكون هذه الدرجة حوالى ٨٠ف وانخفاض درجة الحرارة عن ذلك يقلل من سرعة التخمير مما يستلزم تعويض هذا النقص بإضافة كمية أكبر من الخميرة للمحافظة على زمن التخمر وبالمثل فإن ارتفاع درجة الحرارة عن ذلك يزيد من سرعة التخمير وبالتالى يصبح الزمن اللازم لتسوية العجينة منخفضا مما يستدعى الإقلال من كمية الخميرة المستخدمة.

ب- زمن التخمير:

كلما كان المطلوب زيادة زمن التخمير كلما قلت كمية الخميرة المضافة والعكس صحيح وتحسب هذه الكمية على أساس زمن التخمر المثالى وكمية الخميرة اللازمة للتخمر المثالى ومن ذلك يمكن حساب كمية الخميرة اللازمة فى التخمير الجديد على نفس درجة الحرارة، والتخمير المثالى يتم بإضافة ٣ رطل من الخميرة لكل ٢٠٠ رطل من الدقيق ليتم التخمير فى مدة ٣ ساعات على درجة حرارة ٨٠ف وبالتالى لحساب كمية الخميرة اللازمة لزمن تخمير جديد أكبر أو أقل من الممكن حسابها من المعادلة الآتية:

$$\text{س} = \frac{\text{أ} \times \text{ب}}{\text{ج}}$$

حيث أن: س = كمية الخميرة التى نحتاجها للتخمير.
أ = كمية الخميرة المستخدمة فى التخمير المثالى.
ب = زمن التخمير المثالى.
ج = زمن التخمير الجديد المرغوب فيه.

ج- كمية العجينة أو كمية الدقيق:

حيث تتأثر سرعة التخمير بكمية الدقيق المستعمل فى العجين فإذا ما تساوت % للخميرة المضافة ففى حالة استخدام كمية عجين أقل فإن سطح العجين يكون كبيرا مما يؤدى إلى فقد كبير فى درجة حرارة العجين وبالتالى فإن سرعة تخمره تقل وتقترب من سرعة التخمر فى حالة استخدام كمية عجين أكبر بالرغم من تساوى % للخميرة المضافة.
هذا إلى جانب عوامل أخرى تؤثر على كمية الخميرة منها كمية الملح المضاف وكذلك طبيعة الماء المستخدم فى العجين وهى عوامل يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند حساب كمية الخميرة المستخدمة.

٤- الملح Salt:

ويستخدم بنسب متفاوتة أثناء إعداد العجين وهو يتراوح بين ٠,٥-٢% من وزن الدقيق. وتزداد النسبة فى أشهر الصيف وذلك للحد من نشاط الخميرة (والذى يزداد بدرجة كبيرة لارتفاع درجة الحرارة) مما يجعل التحكم فى عملية التخمير أكثر سهولة مما يحد أيضا من نشاط ونمو كثير من الميكروبات غير المرغوبة والتى يزداد نشاطها فى الصيف.
ويعود تعديل نسبة الملح إلى عدم قدرة المخابز على المحافظة على ثبات درجة الحرارة بها طوال العام مما ينتج عنه إنتاج خبز متجانس باستخدام مكونات ثابتة طوال العام.

<u>وترجع أهمية استخدام الملح فى الخبز إلى ما يلى:</u>

أ) يدخل ضمن مكونات غذاء الخميرة ولذلك يعتبر من العوامل المؤثرة على سرعة التخمر.
ب) إعطاء الخبز الطعم المميز له.
ج) أيون الكلوريد يزيد من نشاط إنزيم الأميليز.
د) يساعد على تحسين خواص الجلوتين.
هـ) يؤثر الملح على السعة المائية للعجينة نظرا لقوة تشربه للماء فيزيد من مقدار امتصاص العجين للماء.

٥- السكر Sugar:

ويدخل فى نطاق السكر كل من سكر القصب وكذلك سكر البنجر والجلوكوز أو اللاكتوز أو مصادرهما.

وترجع أهمية السكر للآتى:

أ- يعطى درجة من الحلاوة للمخبوزات.
ب- يعتبر مصدر جيد للطاقة لتكاثر الخميرة.
ج- يتسبب فى احداث تغيرات محددة فى العجينة.
د- يساعد على بقاء المنتجات طازجة.
هـ- يعتبر من عوامل التطرية، حيث أنه مع زيادة نسبة السكر فإن ذلك يؤدى إلى زيادة درجة طراوة الخبز والحلويات.

- ويضاف السكر بنسب تبدأ من ١-١٠% لبعض أنواع الخبز.

٦- الزيوت والدهون Oils and Fat:

قد تستخدم بعض الزيوت أو الدهون عند منتجات المخابز ويظهر تأثير هذه المواد فى تحسين الطراوة حيث تؤدى سهولة عملية القطع فى المنتج النهائى، ومن أهم وظائف الزيوت والدهون ما يلى:

أ) تليميع وتحسين العجينة:

ويعمل ذلك على:
- تعمل الدهون على إكساب سطح العجينة ملمسا ناعما.
- جعل العجينة سهلة التشكيل.
- تحسين مظهر الرغيف والسطح الخارجى.
- تحسين درجة الطراوة للمنتج مما يسهل القطع بالفم.

ب) عمل الكريمة:

تستخدم هذه الزيوت أو الدهون فى صناعة الكريمة التى توضع على سطح المخبوزات أو كحشو داخلى بما يساعد فى رفع قيمتها الغذائية.

ج) تسهيل عملية التقطيع إلى شرائح:

نظرا لطبيعة التحسن الذى يظهر على المنتجات سواء ظاهريا أو داخليا فإنه يودى أيضا إلى انتاج شرائح لها مظهر جيد.

وتضاف الزيوت والدهون بنسب تتراوح بين ١-٦%.

٧- اللبن والجوامد اللبنية:

لا يدخل اللبن كعنصر أساسى فى المنتجات المخبوزة العادية وإن كان يستخدم بكثرة فى حالة منتجات المخابز ذات الطعم الحلو.

- وعادة لا يستخدم اللبن العادى فى المصانع حيث أنه يحتاج إلى فترة تسخين حتى يمكن إفساد البروتين به، وهو إجراء لازم حتى لا تتأثر الخميرة بواسطة شرش اللبن.
- فى صناعة الخبز قد تستخدم الجوامد اللبنية المنزوع منها الدهن عادة .. وتتوقف كميتها على نوع الخبز الناتج .. وعادة ما تصل إلى ٦% فى أنواع الخبز الفاخر. ونوضح فيما يلى تأثير اللبن على الخبز الناتج.

ونوضح فيما يلى تأثير اللبن على الخبز الناتج.

أ) تحسين القيمة الغذائية لاحتواء اللبن على نسبة عالية من الفيتامينات وكذلك الأملاح المعدنية.
ب) زيادة اتزان الخلط والتخمير (تحسين فى خواص العجينة وذلك يمنع العجينة من خواص اللبونة) أو مما نطلق عليه الفرشحة إذا ما استمر الخلط أو العجن لفترة طويلة .. حيث يلاحظ نتيجة لهذه الظاهرة أنه بعد أن يتم تجميع مكونات العجينة وأصبح لها قوام مميز يحتفظ بداخله ببعض المكونات نجد أن العجينة فقدت صفاتها المجمعة وتظهر ضعف فى الروابط بما يجعل العجينة غير سهلة التعامل بعد ذلك.
أما فى حالة الخبز المضاف إليه الجوامد اللبنية المنزوع منها الدهن فإنه يعطى نتائج أفضل عند حدوث عدم تخمر نسبى أو زيادة التخمر بالخبز بالمقارنة بالعجينة غير المضاف إليها الجوامد اللبنية.
ج) زيادة مقدرة الدقيق على الامتصاص حيث أن كل نسبة منوية تضاف من هذه الجوامد حتى ٦% تساعد فى رفع نسبة الامتصاص بنفس النسبة.
د) زيادة الحجم وتحسين الملمس ويلاحظ أيضا أنه عند تقطيع الخبز فإنه يعطى لبابة ذات خلايا منتظمة صغيرة.
هـ) تحسين وجه الرغيف ويرجع ذلك إلى أن اللاكتوز (سكر اللبن) لا يستخدم بواسطة الخميرة أثناء التخمر، وعليه فإنه يتحد مع البروتين ليكون اللون البنى الذهبى للخبز، كذلك تساهم درجة حرارة الفرن فى إحداث بعض الكرملة فى قصرة الرغيف بما يساهم فى تحسين اللون.

٨- الردة الناعمة Fine bran:

تستخدم الردة الناعمة فى المخابز البلدية حيث يتم وضعها أسفل العجين لمنع إلتصاقها بالطوايل .. ويلاحظ أن حوالى ٢,٥ كجم من الردة الناعمة تستخدم لكل ١٠٠ كجم من الدقيق المعد للتصنيع.

ضبط خطوات التصنيع والمواد الخام

١- طريقة حساب درجة حرارة الماء المستخدم:

تختلف درجة حرارة الماء المستخدم فى العجن فى الشتاء عنه فى الصيف ويمكن معرفة العلاقة وذلك طبقاً لمعادلة خاصة تخضع لعدة متغيرات وهى:

درجة حرارة الماء = (درجة حرارة العجين×٣) – (درجة حرارة الدقيق + غرفة العجين + الحرارة الناتجة أثناء عملية العجين)

فإذا كان المطلوب أن تكون درجة حرارة العجين ٨٦ف (٣٠م) فيكون طريقة الحساب مع عدم افتراض عدم تولد حرارة من العجان، وكانت درجة حرارة الدقيق ٧٧ف (٢٥م) ودرجة حرارة غرفة العجين ٧٧ف كما يلى:

درجة حرارة الماء = (٨٦×٣) – (٧٧+٧٧+صفر)
= ٢٥٨ – ١٤٤ = ١١٤ف

أى يتم ضبط درجة حرارة الماء المضاف على ٥١١٤ف وهذه الحالات يمكن أن تمثل ظروف الإنتاج فى الشتاء. أما فى حالات الصيف فقد تكون درجة الحرارة فى المخبز ٩٥ف (٣٥م) ودرجة حرارة الدقيق ٨٦ف.

فتكون درجة حرارة الماء = (٣×٨٦) – (٨٦+٩٥+صفر)
= ٢٥٨ – ١٨١ = ٧٧ف (٢٥م)

أى أنه قد لا نحتاج إلى تسخين الماء فى الصيف بينما نحتاج إلى رفع درجة الحرارة أثناء الشتاء.

٢- طريقة حساب كمية الماء اللازمة للعجين:

يتم تقدير نسبة الرطوبة فى الدقيق المستخدم فى الصناعة ثم يستخدم جهاز الفارينوجراف لتقدير نسبة امتصاص الماء أو كمية الماء اللازمة للعجين وذلك تبعا لنوع الخبز المستخدم.

ففى حالة الخبز الأفرنجى فإنه يتم حساب كمية الماء اللازم للوصول بقوام العجينة إلى خط الـ (٥٠٠ وحدة برابندر) وعادة ماتكون نسبة الامتصاص بين ٥٠-٦٠% أما فى حالة الخبز البلدى فإنه يتم حساب كمية الماء اللازمة للوصول بقوام العجينة عند خط ٣٠٠ وحدة برابندر وهى عادة ما تكون فى حدود ٧٠-٧٥%.

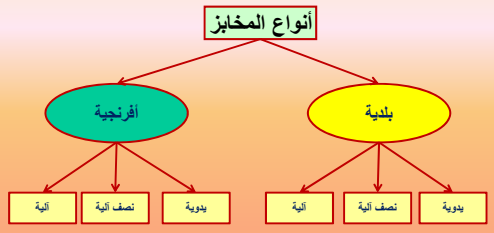
٣- حساب كمية الخميرة اللازمة:

تقدر كمية الخميرة اللازمة فى حالة صناعة الخبز الأفرنجى بحوالى ٢% من وزن الدقيق المستخدم.

أما فى حالة الخبز البلدى فقد تستخدم الخميرة السلطانى بكمية تصل إلى حوالى ٣٢-٤٢ كجم لكل جوال ١٠٠ كجم أو قد تستخدم الخميرة المضغوطة وذلك كما يحدث فى حالة المخابز الآلية بنسبة ١,٥% من وزن الدقيق المستخدم.

٤- نسبة الملح المضاف:

تتباين نسبة الملح المضاف تبعا للرغبة ولكن على العموم تكون فى حدود من ١-١,٥% من وزن الدقيق فى حالة الخبز البلدى، ٠,٢-٠,٥% فى حالة الخبز الأفرنجى وينصح بأن تقل نسبة الملح فى الشتاء عنه فى الصيف وترفع النسبة فى الصيف حتى تعمل على تنشيط الخميرة ببطء وذلك يساعد على زيادة تماسك العجينة.



طريقة الصناعة للخبز البلدى والأفرنجى

أولا: الخبز البلدى:

أ) المخابز البلدية:

بعد حساب كل من كمية الماء والملح والخميرة يتم الآتى:

١. يتم عجن الدقيق مع الماء المعدل درجة حرارته لمدة من ١٥-٣٠م تبعا لأسلوب العجن، وقد تقل المدة عن ذلك تبعاً لسرعة العجن.
٢. ينقل العجين إلى إناء أو حوض كبير للتخمير الأولى لفترة راحة حيث يبقى فيها العجين لمدة حوالى ١٠-٣٠ دقيقة حسب طريقة التصنيع.
٣. يتولى الخراط إعداد الطوابل وبرش الردة الناعمة عليها ثم يبدأ فى تقطيع العجين إلى قطع يعتمد فى ذلك على مهارته ويستعين الخراط أثناء عمله بميزان يستخدم لضبط عملية التقطيع ويستغرق العمل فى تقطيع العجين ٤٥ دقيقة وفى هذه المدة يتم تقطيع حوالى (٩٠٠-١٢٠٠ رغيف حسب الوزن) من كل جوال دقيق.
٤. تترك الأرغفة لفترة حوالى ٤٠-٦٠ دقيقة حيث يحدث لها تخمر نهائى وتتم خلال هذه الفترة عملية خدع للأرغفة بعد ١٠ دقائق من بداية هذه الفترة.
٥. يتم فرد قطع العجين على الطوابل بواسطة القطاع أو الخباز تمهيدا لإدخالها إلى الفرن. أما فى حالة الخبز المجر فإنه يتم فرد قطع العجين بعد تقطيعها بالشوبك (النشابة وهى عبارة عن اسطوانة خشبية) قبل فترة التخمير الثانية ثم تترك لتتخمر بعد الفرد.
٦. يتم إدخال الخبز بواسطة الخباز إلى فرن الخبيز (درجة حرارته من ٤٥٠-٥٠٠م) حيث يبقى الخبز بداخله مدة من ١,٥-٣,٠ دقائق.
٧. ينقل الخبز بعد التسوية ليتم تهويته على أقفاص قبل تسويقه مدة لا تقل عن ٢٠ دقيقة للمحافظة على الشكل العام للخبز.

ب) المخابز الآلية:

١. يوجه الدقيق إلى العجانات بحيث يتم وضعه إما بواسطة اليد أو أوتوماتيكيا إذا كان التخزين فى سليوات بالمخبز.
٢. يتم ضبط درجة حرارة الماء المستخدم فى العجن بواسطة ثرموستات وتحدد كمية الماء التى تضاف إلى كل عجنة بحيث يتم إضافتها أتوماتيكيا – وتضاف الخميرة وتقلب ثم يضاف الملح، ويتم العجن لمدة من ٥-١٥ دقيقة وذلك تبعاً لسرعة العجن.
٣. ينقل العجين إلى أحواض التخمير حيث يبقى فيها فترة حوالى ٢٠ دقيقة.
٤. يحرك العجين إلى أجهزة التقطيع حيث يتم تقطيعه آليا ثم يتم فرده وتستغرق هذه الفترة حوالى ١٠ دقائق.
٥. تتحرك الأرغفة (قطع العجين) على سير التخمير النهائى حيث تبقى لمدة ٣٠ دقيقة تخرج بعدها إلى الفرن.
٦. تضبط درجة حرارة الفرن فى حدود ٣٨٠م وتضبط سرعة السير الحامل للأرغفة داخل الفرن بحيث يتم تسوية الخبز فى فترة من ٢-٣ دقائق.
٧. أثناء خروج الخبز من الفرن يعرض إلى تيار رذاذ من الماء يساعد على إكساب السطح لمعة مرغوبة.
٨. يخرج الخبز إلى سير التهوية، ثم يتم تعبئته فى البنانيك البلاستيك ويتم نقله إلى مراكز التسويق.

•ويمتاز الخبز البلدى الناتج من المخابز الآلية بالنظافة التامة حيث ينعدم فيها استخدام الأيدى فى معظم المراحل، كما يتم تبطيط الخبز على طبقة من الدقيق وليس الردة كما هو الحال فى المخابز البلدية، الأمر الذى يضفى على الخبز الناتج مظهرا جذابا لدى جمهور المستهلكين.
•ويشترط فى الخبز البلدى تبعا للقرارات التموينية أن:
١.لا تزيد نسبة الرطوبة بالخبز عن حوالى ٤٠%.
٢.قطر الرغيف يتراوح بين ١٨-٢٠ سم.

ثانيا: الخبز الأفرنجى:

أ) المخابز الأفرنجية العادية:

١. يوضع الدقيق فى حلة العجين ويضاف إليه كمية الماء اللازمة وكذلك الخميرة ويتم العجن لفترة قبل إضافة كمية من الملح حتى لا يتأثر نشاط الخميرة بوجود الملح (وهذه الملحوظة تطبق أيضا فى حالة الخبز البلدى).
٢. يرفع العجين ويوضع فى حلة أو صندوق التخمير لمدة ١,٥ ساعة تقريبا.
٣. يتم خبط العجين باليد للتخلص من ثانى أكسيد الكربون الزائد.
٤. يرفع العجين ويوضع على مسطح خشبى حيث يتم تكويره ويغطى بواسطة القماش لمدة ١٠ دقائق.
٥. يقطع العجين طبقا للشكل المطلوب ويوضع على صاج مدهونة بالزيت.
٦. يترك الخبز بعد التخمر النهائى لمدة حوالى ½ ساعة حتى تمام الاختمار.
٧. يدخل الخبز بعد التخمر إلى الفرن على درجة حرارة من ٢٥٠-٢٨٠°م لمدة من ١٥-٣٠ دقيقة.
٨. أثناء خروج الخبز من الفرن تمرر فرشاة أو أسفنجية مبللة بالماء على السطح حيث يساعد ذلك على إكساب سطح الخبز لمعة مرغوبة.

ب) المخابز النصف آلية:

•يتم وضع الدقيق فى حلة العجن بواسطة العمال ثم يتم ضبط درجة حرارة الماء المستخدم حيث يتم إضافته تدريجيا أثناء مرحلة العجن وذلك بعد إضافة الخميرة والملح، وقد يضاف فى هذه الحالة ١% سكروز للمساعدة فى اتمام عملية التخمر وعادة ما تكون كمية الماء المضاف فى هذه الحالة أقل بهدف المحافظة على قوام جيد للعجينة.
•ينقل العجين بواسطة العمال إلى جهاز التقطيع حيث يتم تقطيع العجينة إلى قطع متساوية فى الوزن (فى حدود من ٩٠-١٦٠ جم) ويترك العجين الجهاز على هيئة كرة مستديرة، ويستخدم أثناء هذه المرحلة كمية من الزيوت المعدنية للمساعدة فى تسهيل إتمام هذه الخطوة.
•تنقل قطع العجين إلى جهاز التخمير الأولى حيث تبقى لمدة ١٠ دقائق فى ظروف (درجة حرارة ٣٢±٥°م ورطوبة نسبية ٨٠-٩٠%).
•تنقل قطع العجين أتوماتيكيا إلى جهاز التبطيط حيث يمر على سير وأثناء مروره يتعرض إلى سلندرات موضوعة عرضيا على السير تودى إلى فرد قطع العجين ثم يتلو ذلك عملية تشكيل آلية للرغيف حيث يتم لف وبرم قطع العجين مكونة شكل الرغيف الأفرنجى المألوف، ويمكن أيضا فى هذه الخطوة التحكم فى طول الرغيف وكذلك قطره تبعا لما تنص عليه قوانين ومواصفات الإنتاج.
•توضع الصاجات المدهونة بالزيت بواسطة العمال أسفل سير مرور الخبز الذى تم تشكيله حيث يتم نقله وإزاحته إليها أتوماتيكيا بحيث يتم ملء الصاج دفعة واحدة.
•يتم وضع الصاجات على ترولى متحرك يسع حوالى ١٨ صاج ويوضع فى كل صاج بين ١٨-٢٠ رغيف.
•يتم تحريك الترولى بما عليه من صاجات بواسطة العمال إلى غرف التخمير النهائى حيث يتم ضبط درجة حرارتها ورطوبتها النسبية مع الاستعانة بتيار هواء ساخن فى إتمام هذه الخطوة والتى تستغرق من ٢٠-٣٠ دقيقة.
•ينقل الترولى إلى الأفران، وهناك أنواع يسع كل منها إلى الترولى الكامل أو تنقل الصاجات إلى الأفران المتعددة الأدوار، ويتم ضبط درجة الحرارة إلى ٣٠٠°م ويتم الخبز فى مدة حوالى ١٠ دقائق.
•تنقل الصاجات بعد خروجها من الفرن إلى أماكن التهوية حيث يبقى الخبز فترة يتم فيها تهويته قبل تعبئته فى البنانيك تمهيدا لتوزيعه على المستهلكين.

ثالثا: تصنيع الخبز التوست (خبز القوالب):

تتبع نفس الخطوات السابقة فى حالة إنتاج الخبز الأفرنجى حتى مرحلة التقطيع حيث توزن قطع العجين بحيث تتناسب مع حجم القالب المدهون بالزيت ويتم تخميرها فى نفس القوالب داخل مخمرات خاصة ثم تدفع داخل الأفران المستمرة بعد التخمير حيث يتم تسويتها ثم يتم تهويتها وتعبئتها وقد تقطع إلى شرائح قبل التغليف.

التغيرات الطبيعية والكيميائية التى تحدث أثناء مراحل التصنيع

تحدث مجموعة من التغيرات أثناء خطوات التصنيع المختلفة وهى:

١- مرحلة العجن Mixing stage:

يتم أثناء هذه المرحلة عملية إضافة الماء إلى الدقيق مع إجراء العجن ويتم أثناء هذه الخطوة إمتصاص الماء وتكوين الشبكة الجلوتينية التى تحصر فيما بينها حبيبات النشا ومع استمرار عملية العجن وإتمامها يكتسب العجين مرونة ومطاطية خاصة تتوقف على مجموعة من العوامل وهى:

أ) كمية الماء المضافة:

وهناك العديد من العوامل التى تتحكم فى كمية الماء المستخدمة أهمها نسبة الاستخلاص، ونوع الدقيق المستخدم (مطاحن حجارة أو مطاحن سلندرات)، ويمكن تحديد كمية الماء المستخدمة عن طريق استخدام جهاز الفارينوجراف فى المعمل أو عن طريق الخبرة العملية التى تعتمد على اختبار لقطع من العجين بين اليدين بعد إتمام عملية العجين.

ب) درجة حرارة الماء المستخدم:

يمكن تحديدها بواسطة المعادلة السابقة حيث تؤثر درجة الحرارة على نشاط الانزيمات الموجودة بالدقيق ومع الخميرة.

ج) قوة الدقيق المستخدم:

وهى ما يمكن تحديدها بواسطة جهاز الاكستنسوجراف وتؤثر على قوة الدقيق المستخدم:

١. نسبة البروتين ونوعيته.
٢. حجم حبيبات الدقيق ومدى إنتظامها.
٣. خلو الدقيق من آثار الردة.
٤. استخدام أو عدم استخدام المحسنات.
٥. وجود إضافات أخرى فى العجينة مثال منتجات فول الصويا أو مسحوق مركز بروتين السمك أو إضافة دقيق الذرة، أو دقيق البطاطا وهى من المواد التى تستخدم كبدائل لدقيق القمح.

وحتى يمكن تكوين شبكة جلوتينية والمساعدة على امتصاصها وتشربها للماء فإنه يراعى أن يتم إضافة الماء تدريجيا أثناء العجن وهذا يساعد على تكوين عجينة متجانسة.
لذلك يراعى أثناء هذه الخطوة إذابة الخميرة فى جزء من ماء العجن حتى يسهل توزيعها على جميع حبيبات الدقيق الموجودة وهذا أفضل من إضافة الخميرة دون إذابتها.
أما الملح اللازم للعجين فإنه يتم إضافته فى آخر مراحل العجن ويتجنب أن يلامس الخميرة فى الإضافة حتى لا يتأثر نشاطها وفعلها عند تعرضها لتركيز مرتفع من الملح.

٢- مرحلة التخمير Fermentation stage:

بد تمام مرحلة العجن ومع ضبط ظروف التخمير من حيث درجة الحرارة (٢٨-٣٠°م) والرطوبة النسبية (٧٠-٨٠%) فإنه يحدث عدة تغيرات فى مكونات الدقيق.

أ) بالنسبة للمواد الكربوهيدراتية وهى فى الأساس النشا والسكريات المنفردة تتعرض لفعل الأنزيمات الموجودة أصلا فى الدقيق أو الداخلة فى تركيب الخميرة وتعمل عليها كما سبق توضيحه حيث تتكون الدكسترينات ثم المالتوز ثم آخر المنتجات وهى ثانى أكسيد الكربون والكحول.
وطبقا لقوة الدقيق وخواصه فإنه يترتب على تكوين الدكسترينات وثانى أكسيد الكربون أن تدفع الطبقة الخارجية من العجينة إلى أعلى، وكلما كان الدقيق قويا كلما طالت فترة التخمير بهدف زيادة عملية التحليل وإنطلاق ثانى أكسيد الكربون بما يعمل على إنتاج خبز ذو خواص جيدة مع مراعاة إجراء عملية الخدع أو الخبط أثناء التخمير – أما الدقيق الضعيف فإن مطاطيته تسمح بتمدد الغازات إلى حدود أقل، وعليه فإنه يفضل أن تكون فترة التخمر أقل فى هذه الحالة.
ب) البروتينات يحدث لها تحلل كنتيجة لتنشيط فعل بقية الانزيمات الموجودة فى الدقيق ومنها الانزيمات المحللة للبروتين وهى تعمل على تحليل جزيئات البروتين إلى مكونات أقل مع تكوين أحماض أمينية (وهى آخر مراحل التحلل للبروتينات) ويؤدى ذلك إلى تقليل قوة الشبكة الجلوتينية والسماح بزيادة مطاطية العجين.

ومصدر الإنزيمات المحللة للبروتين هو الدقيق نفسه وقد تظهر فى بعض أنواع الدقيق الناتجة من طحن القمح المنبت.

- وعند إضافة الماء إلى الدقيق فإن الجزء الغير ذائب من البروتين فى الماء يكون الجلوتين والذى يتكون من (الجلوتينين + الجليادين) حيث يكون كتلة متحدة تضم فيما بينها النشا، الخميرة المضافة وكذلك بقية المواد المضافة، وتعتبر شبكة الجلوتين هى المسئولة عن بقاء الغازات داخل العجينة بما يساعد على تكوين الخبز المرتفع الحجم.
ويمكن فصل الجلوتينين عن الجليادين عن طريق الإذابة فى كحول ٧٠%، والجلوتينين هو الجزء الغير ذائب فى الكحول.
- ويساعد على إنتاج الخبز الجيد عند استخدام الخميرة أن الدقيق المستخدم يجب أن يكون من النوع القوى والذى يحتوى على نسبة عالية من البروتين ويستطيع أن يكون جلوتين ذو مطاطية وقوة حفظ جيدة للغازات.
وعلى العكس فاننا نجد أن الدقيق الضعيف الذى يحتوى على نسبة منخفضة من البروتين يكون جلوتين له مطاطية منخفضة وبالتالى يصعب احتفاظه بغازات التخمير، كما أن مثل هذا الدقيق تكون قوة إمتصاصه للماء منخفضة وينتج عجينة لها خواص غير جيدة.
وكقاعدة عامة فإن الدقيق الضعيف يحتاج إلى مدة عجن أقل، وكذلك فترة تخمر أقل للوصول إلى أنسب مواصفات للخبز المنتج.
- وأثناء مراحل التخمر وإنتاج غاز ثانى أكسيد الكربون فإنه يعمل على إعاقة فعل الخميرة على الدقيق ومكوناته لذلك يتم إجراء عملية خدع أو ضرب (خبط) للعجينة المنخمرة لإعادة توزيع الخميرة المتكاثرة على العجينة والتخلص من ثانى أكسيد الكربون الزائد.

ويمكن تلخيص فعل الخميرة فى صناعة الخبز فى الآتى:

١. إنتاج غاز ثانى أكسيد الكربون اللازم لتحسين قوام الخبز وطعمه ويصل حجم الغاز فى الكيلوجرام الواحد من الخبز الأفرنجى الجيد إلى ما يقرب من ٢٥٠ بوصة مكعبة وبدونه فإنه لا يمكن استساغة الخبز أثناء مضغه.
٢. وجد أن عملية تخمر الخبز بواسطة الخميرة من العمليات الرئيسية والهامة فى الوصول إلى النكهة المرغوبة فى الخبز، وقد أوضح بعض الباحثين أنه يمكن الحصول على معلومات جيدة بخصوص نكهة الخبز بدراسة التخمر الكحول حيث وجد أن ناتجات التخمر من الإيثانول والاسيتالدهيد وحمض البيروفيك وثانى أكسيد الكربون وهى المركبات الدائمة بجانب مركبات أخرى وأن هذه المركبات تدخل كعامل مساعد فى تكوين كثير من المركبات المسئولة عن النكهة.

والخميرة لها القدرة على تمثيل واستخدام الأحماض الأمينية كمصدر للنيتروجين وذلك بأكسدة مجموعة الأمين إلى مجموعة Amino والتى تتفاعل مع الماء منتجة Keto-carboylic acid وأمونيا وأحماض كربوكسيلية تتكسر مكونة ألدهيدات وثانى أكسيد كربون وتتكون الكحولات والأحماض نتيجة لاختزال أو أكسدة المركبات الألدهيدية السابقة مكونة أحماض عضوية. وقد وجد أن الأحماض العضوية الموجودة فى الخميرة تدخل فى تكوين الأحماض المسئولة عن تكوين نكهة الخبز بمفردها أو دخولها فى إنتاج مركبات أخرى تؤثر فى نكهة الخبز.

أهم التغيرات التى تحدث أثناء عملية الخبيز:

أ) زيادة ضغط الغازات والأبخرة داخل الرغيف وزيادة حجمه.
ب) حدوث جلتنة لحبيبات النشا، وبالتالى تصبح أكثر عرضة لنشاط إنزيم الأميليز الذى يستمر أثناء الخبيز حتى يقف بفعل الحرارة. ويلاحظ أن ارتفاع درجة الحرارة حتى تصل إلى ٦٠°م تبدأ حبيبات النشا فى الانتفاخ وعندما تصل الحرارة إلى ٧٥-٨٠°م يحدث جلتنة لحبيبات النشا وارتفاع اللزوجة كما أن بعض جزيئات الأميلوز تحدث لها هجرة من داخل حبيبات النشا المنتفخة إلى خارجها. وفى أثناء ذلك فإن نشاط إنزيمات الأميليز يزداد زيادة كبيرة خاصة أن حبيبات النشا المجلتنة تصبح أكثر تعرضا لفعل الإنزيمات.
ويؤدى نشاط إنزيم الـ α-amylase إلى تحطيم الأميلوز والأميلوبكتين إلى دكسترين وخفض درجة لزوجتها وتعتبر درجة حرارة ٦٠-٧٠°م الدرجة المثلى لنشاط هذا الإنزيم.
أما إنزيم الـ β-amylase فيؤدى إلى تكوين سكر المالتوز ويصل أقصى نشاط للإنزيم على درجة حرارة ٥٥°م، ويفقد الإنزيم نشاطه على درجة حرارة من ٥٥-٧٥°م، بينما يفقد إنزيم الألفا أميليز نشاطه على درجة حرارة من ٧٠-٨٥°م.
ويجب أن تكون نسبة كل من هذين الإنزيمين متوازنة لأن زيادة نسبة الألفا أميليز تؤدى إلى أن يصبح لبابة (crumb) الخبز لزجة نتيجة ارتفاع نسبة الدكسترينات به كما أن المدة التى تمضى بين ارتفاع درجة حرارة حبيبات النشا وحتى وقف نشاط الإنزيم تمثل مظهرا هاما فى تكوين crumb الخبز.
وحتى أن استخدام درجات حرارة مرتفعة فى الخبيز يؤدى إلى خفض وقت تعرض حبيبات النشا لفعل إنزيم الأميليز بينما استخدام درجات حرارة منخفضة يؤدى إلى زيادة مدة التعرض للإنزيم مما يؤثر على خواص الخبز الناتج وجودته.
ج) يحدث عند ٧٠°م Denaturation للبروتين ويفقد البروتين خاصية الانسيابية والمرونة مما يساعد على تثبيت تركيب لبابة الخبز.
د) درجة حرارة اللبابة لا تتعدى ٩٦°م، بينما درجة حرارة قشرة الرغيف قد تصل إلى أكثر من ١٥٠°م وبالتالى فإن لبابة الرغيف تحتوى على رطوبة أعلى من قشرته.

العوامل التى تؤثر فى نشاط الخميرة أثناء فترة التخمير:

- تستخدم عادة خميرة الخباز *Saccharomyces cerevisiae* فى صناعة الخبز وتعتبر درجة حرارة ٣٠-٣٣°م هى الدرجة المثلى لنمو الخميرة أثناء عملية التخمير ويتوقف ذلك على صنف الخميرة المستعملة وعادة ينخفض نشاط الخميرة عند درجة حرارة أعلى من ٤٥°م وتفقد الخميرة نشاطها تماما عند درجة حرارة ٥٥°م وتقتل معظم خلايا الخميرة فى خلايا بضع دقائق عند حفظها على هذه الدرجة ويفضل عادة فى الإنتاج التجارى للخبز أن تكون درجة الحرارة المستخدمة فى التخمير من ٢٢-٢٦°م شتاءا، من ٢٥-٣٠°م صيفا.
- كما أن نسب درجة pH لعمل الخميرة تكون عادة فى الوسط الحامضى (pH = 4.5) ولو أنها يمكن أن تتحمل درجات حموضة تصل إلى (pH=2) وفى هذه الحالة تقوم الخميرة بتعديل الوسط حتى تصبح حموضة فى حدود (pH = 4.5). وعادة فإن حموضة العجين عقب الخلط مباشرة (pH = 6) وتصل إلى ٤,٥ عقب التخمير ثم ترتفع إلى (pH = 5.2) عقب الخبيز.
- ووجد ايضا أن إرتفاع نسبة السكر بالعجين يقلل من نشاط الخميرة وذلك لارتفاع الضغط الأسموزى فى الوسط المحيط بالخميرة، كما وجد أيضا أن إضافة الجلوكوز والجالاكتوز وكلوريد الصوديوم يؤدى إلى ضعف نشاط الخميرة كما أن وجود أملاح المعادن الثقيلة يؤدى إلى نفس التأثير وذلك بتكوين مركبات معقدة مع بروتينات الخميرة. وقد وجد أن واحد جزء فى المليون من كلوريد الكادميوم يؤدى إلى خفض حجم الخبز الناتج.

٣- مرحلة الإنضاج الحرارى Thermal processing:

وتعتبر من أهم خطوات التصنيع وترجع أهميتها إلى أنها تكسب الخبز الطعم والرائحة والقوام واللون المميز وفيها تعامل قطع العجينة مكتملة التخمير بالحرارة إلى أن يتم نضجها فى أفران خاصة ودرجة الحرارة والمدة اللازمة على حسب نوع الخبز. وعقب خروج الخبز من الأفران يجرى أحيانا رشه برذاذ الماء حتى يكتسب لمعانا مرغوبا وتسمى تلك المرحلة بالخبيز.

ووجود السكريات المختزلة الحرة والأحماض الأمينية الحرة يؤدى إلى تكوين أو حدوث سلسلة من التفاعلات الكيماوية اللاإنزيمية والتى تعرف مجموعها باسم تفاعل ميلارد وتؤدى تلك التفاعلات إلى تكوين اللون البنى المميز لقشرة الخبز وكذلك النكهة الخاصة بالخبز.

تقييم الخبز الناتج

أولا: المظهر الخارجى للرغيف

ويشتمل المظهر الخارجى للرغيف على ما يلى:

أ) انخفاض حجم الرغيف: ويتسبب فى ذلك:

١- استعمال دقيق ضعيف.
٢- انخفاض درجة امتصاص الماء.
٣- انخفاض كمية الخميرة.
٤- زيادة درجة حرارة الفرن عن اللازم.
٥- التداول السئ للخميرة وتعرضها لدرجة عالية عند ذوبنها فى الماء وبالتالى قلة نموها.
٦- الرطوبة النسبية غير مناسبة خلال عملية التسوية والخبيز.
٧- انخفاض درجة حرارة العجينة خلال مراحل التصنيع المختلفة.
٨- زيادة التخمر أو قلته عن الحدود المثلى.
٩- زيادة كمية الملح عن اللازم وبالتالى تؤثر على نشاط الخميرة.

تقييم الخبز الناتج

أولا: المظهر الخارجى للرغيف | **ثانيا: اختبار الصفات الداخلية**

أ) انخفاض حجم الرغيف
ب) زيادة حجم الرغيف
ج) القصرة فقيرة فى اللون
د) القصرة داكنة اللون
هـ) زيادة سمك القصرة

أ) اللبابة الرمادية اللون
ب) اللبابة المتفككة
ج) اللبابة الخشنة أو غير ناعمة الملمس
د) نكهة غير جيدة

ب) زيادة حجم الرغيف وأسبابه:

١- كمية الملح المضافة غير كافية
٢- زيادة استواء الرغيف
٣- انخفاض حرارة الفرن أثناء الخبيز
٤- استعمال كمية من العجينة زيادة عن الحجم المناسب

ج) القصرة فقيرة فى اللون وأسبابه:

١. نقص فى كمية السكر المستخدمة حيث يقل حدوث تفاعل ميلارد.
٢. عدم كفاية نشاط إنزيمات الأميلوز لعدم تكوين السكر الكافى لتفاعل ميلارد.
٣. تكون قصرة للعجينة خلال فترة التسوية نتيجة لانخفاض الرطوبة النسبية فى الجو المحيط للعجينة.
٤. زيادة نضج العجينة عن اللازم.
٥. ارتفاع درجة حرارة التخمر.
٦. انخفاض حرارة الفرن عن اللازم وخاصة فى الجو المحيط لسطح الرغيف.
٧. انخفاض زمن الخبيز عن اللازم.

د) القصرة داكنة اللون وأسبابها:

١. زيادة كمية السكر المضاف عن الحد المناسب.
٢. زيادة مدة الخبيز عن اللازم.
٣. عدم نضج العجينة النضج الكافى.
٤. ارتفاع درجة حرارة الفرن.
٥. جفاف جو الفرن وانخفاض الرطوبة النسبية.

و) زيادة سمك القصرة وأسبابها:

١. زيادة كمية السكر المضاف عن اللازم.
٢. زيادة كمية اللبن عن الحد اللازم.
٣. انخفاض درجة حرارة الفرن.
٤. زيادة مدة الخبيز عن اللازم.

ثانيا: اختبار الصفات الداخلية والعوامل المؤثرة عليها:

أ) اللبابة الرمادية اللون: وأسباب ذلك:

١. ارتفاع درجة الحرارة أثناء عملية التخمر والذى يتسبب عنها انتاج مركبات تسبب عدم ظهور اللون.
٢. زيادة كمية المولت إذا استخدم ويرجع ذلك إلى أن المولت يحتوى على عديد من الانزيمات ومنها الأميلوز وبالتالى زيادة كمية ك أ، الناتجة.
٣. زيادة فترة التسوية.
٤. انخفاض حرارة الفرن.

ب) اللبابة المتفككة: وأسبابها:

١. عدم خلط المكونات جيدا خلال عملية العجن.
٢. تشحيم القوالب بالزيت.
٣. زيادة أنزيمات الأميلوز والذى ينشأ عنه زيادة كمية ك أ، والتى تعمل على تفكك اللبابة.

ج) اللبابة الخشنة أو غير ناعمة الملمس: وأسبابها:

١. خلط مكونات غير متجانسة.
٢. زيادة فعل إنزيمات الأميليز.
٣. زيادة نضج العجينة أو تسويتها.
٤. زيادة حرارة الجو خلال فترة التسوية.
٥. تكوين قصرة للعجينة أثناء عمليتى التخمر والتسوية.
٦. انخفاض درجة حرارة الفرن عن اللازم.

د) نكهة غير جيدة: وأسبابها:

١. استعمال خامات منخفضة الجودة.
٢. انخفاض كمية الملح.
٣. عدم التوازن بين المكونات.
٤. التخمر أكثر أو أقل من اللازم.
٥. استعمال زيوت متزنخة.
٦. وجود روائح خارجية مؤثرة.
٧. ظروف تخزين الخبز غير جيدة.

ظاهرة البيات (التجلد) فى الخبز وطرق إعاقته

مقدمة:

تمثل مشكلة البيات Staling أهمية قصوى لصناعة الخبز كما أنها تعتبر مظهر وسبب لخسائر كبيرة نظرا لعزوف المستهلك عن شراء الخبز الذى حدث به Staling ومن هنا تنشأ مشكلة الخبز الرجوع والذى ذكرت بعض الإحصائيات أنه يمثل نسبة من ٥-٦% من الانتاج الكلى، وهذه النسبة تقابل أكثر من ٥٠٠ مليون رطل (٢٢٦,٧ مليون كجم) من الخبز فى السنة بالولايات المتحدة الأمريكية حيث يضطر التاجر إلى تقليل خسارته بأن يبيع الخبز الرجوع لاستخدامه كغذاء للماشية والدواجن.

وهناك جانب آخر من المشكلة يتمثل فى أن المستهلك يستهلك كميات أكبر من الخبز عندما يكون الخبز طازجا ومن هنا فهناك دراسات عديدة أولت هذا الموضوع أهمية كبرى من أجل معرفة العوامل المؤثرة على هذه الظاهرة وكذلك شرح أو فهم ميكانيكية حدوث هذه الظاهرة، وبالتالى كانت المحاولات مستمرة ولازالت لوضع حل أمثل لهذه المشكلة الكبرى.

تعريف البيات Staling:

وضعت مجموعة كبيرة من التعريفات أهمها:

"أنه فقد فى القابلية للتذوق Palatability للخبز أثناء تخزينه والناتجة عن بعض التغيرات غير تلك التغيرات الناتجة عن فعل الأحياء الدقيقة"

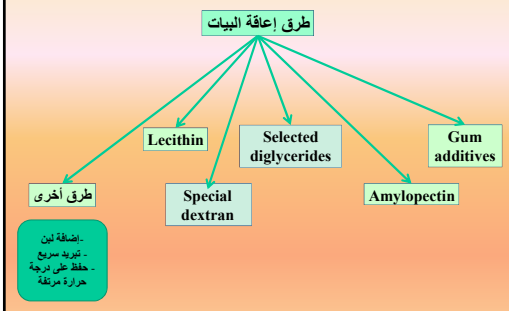
- وتبدو هذه الظاهرة بوضوح مع ترك الخبز فترة من الزمن قبل أن يتم استهلاكه – وقد كان الاعتقاد أن هذه الظاهرة سببها هو حدوث فقد فى الرطوبة من الخبز – إلا أنه تبين إمكانية حدوث هذه الظاهرة حتى تحت الظروف التى تمنع فقد الرطوبة بالخبز عن طريق عمليات التغليف الجيد.
- ويعتبر الأساس فى حدوث هذه الظاهرة هو التحولات التى تحدث فى تركيب النشا الذى يمثل جزء كبير من تركيب رغيف الخبز، حيث أن النشا عادة ما يوجد فى الصورة (ألفا) للنشا α-starch، وقد وجد أنه عند انخفاض درجة الحرارة عن درجة ٥٥٥م (١٣١٥ف) تكون هذه الصورة غير ثابتة ويتم تحول النشا إلى الصورة (بيتا) β-starch، وذلك حتى يحدث اتزان بين كل من الصورتين ومع انخفاض درجة الحرارة يتم تحول جزء كبير إلى الصورة (بيتا).
- ولما كانت الصورة (ألفا) تعتبر لها قدرة على الاحتفاظ بالماء فى وسط التركيب الكيميائى أكثر من الصورة (بيتا) فإن حدوث تحول إلى الصورة (بيتا) يصحبه فقد فى المحتوى الرطوبى للخبز.
- أما عند تخزين الخبز على درجة حرارة أعلى من درجة ٥٥٥م فإن الصورة (ألفا) تحتفظ بثباتها ولا يحدث تغير فى الصورة، ولكن بطبيعة الحال فإن هذه الدرجة لا تصلح لتخزين الخبز حيث أنها تشجع على إصابته بالفطريات.
- ولقد وجد أنه أمكن تقليل حدوث هذه الظاهرة مع حفظ الخبز على درجة حرارة (٢٠٠م) وتساعد هذه الدرجة على بطء التحول من الصورة (ألفا) إلى الصورة (بيتا) من النشا. ومن هنا ينصح بحفظ الخبز فى ظروف تجميد فى المنازل إلى حين استخدامه حيث أن ذلك يساعد على احتفاظه بخواصه لفترة طويلة مع تجنب حدوث البيات أو حدوثه ببطء.

وقد تمكن كل من Geddes and Bice (1946) من تحديد قائمة بالتغيرات المصاحبة لظاهرة البيات وأهمها:

١. تغير فى الطعم taste والرائحة odor.
٢. زيادة صلابة اللبابة crumb hardness.
٣. زيادة تفتت اللبابة crumbleness.
٤. زيادة فى تبلور النشا فى اللبابة crystalyzation.
٥. نقص فى قابلية اللبابة susceptibility للـ β-amylase.
٦. نقص فى قدرة اللبابة على الامتصاص Absorption capacity.
٧. زيادة عتامة اللبابة.
٨. نقص فى محتوى النشا الذائب.

يمكن إجمال هذه العوامل من خلال أبحاث ودراسات عديدة منها:

١- تأثير نسبة النشا : الجلوتين Starch/gluten ratio.
٢- رطوبة اللبابة crumb moisture حيث أظهرت لجان التذوق تزايد سريع فى معدل البيات فى الخبز الكامل بينما يبقى معدل البيات ثابت فى الخبز الذى نزعت قصرته.
٣- تأثير حرارة تخزين الخبز وكذلك درجة حرارة الخبيز. فبالنسبة لدرجة حرارة التخزين فإن دور تبلور النشا على معدل البيات يكون هام جدا على درجة حرارة التخزين الأقل من ٥٢١م فى حين تقل أهميته فوق هذه الدرجة وبالنسبة لدرجة حرارة الخبيز فإن استخدام درجة حرارة أعلى وزمن أقل يعطى إعاقة لحدوث البيات عنه فى حالة استخدام درجة حرارة أقل وزمن أطول.
٤- البنتوزانات: وهذه توجد بنسبة ٢-٣% وحوالى نصفها يذوب فى الماء وهذا هو الجزء الذى له تأثير واضح على عملية إعادة الـ Retrogradation.
٥- طريقة إنتاج الخبز سواء كان ناتجا من عجين حامضى يعتمد فى تخمره على *Lactobacillus plantarum* مثلا أو عجين يعتمد على الخميرة العادية.
٦- درجة امتصاص عجينة الخبز للماء، حيث أن زيادة درجة الامتصاص تزيد درجة طراوة الخبز الناتج وتؤثر على عملية البيات.
٧- تأثير معنوى لكل من صنف القمح وكمية الماء المستخدم وكذلك معدل الاستخلاص على معدل البيات بالخبز.
٨- تأثير كل من الدهون الطبيعى والمسلى الصناعى على صلابة الخبز وبالتالى على البيات.
٩- تبلور النشا.



طرق إعاقة البيات:

حيث أن الماء فى الخبز الطازج يعمل كمادة مساعدة على المرونة وبالتالى يسهل حركة الجزيئات الصلبة ليحل بعضها محل بعض، ووضح أيضا أنه أثناء البيات فإن الماء يصبح مرتبط بالطور الصلب ويفقد قدرته على العمل على مرونة الخبز وهذا يسبب تكون روابط صليبية بين العناصر الغير ذائبة فى الخبز.

ووجد أن استيارات أحادى الجليسريد تتفاعل بطريقة ما مع النشا وتعيق معدل حدوث البيات وذلك لأنه من الممكن أن تمنع المونوجليسريد تجمع الأميلوبكتين (Taylor *et al.* 1980) ومن المواد المستخدمة فى إعاقة ظاهرة البيات فى الخبز هى:

١- Gum additives:

مثل الـ Karaya gum هذه المواد تعيق البيات بدرجة محسوسة وتعطى كذلك ميزة تصنيعية حيث بإضافتها يتحمل العجين الخلط الزائد Over mixing وتضاف بنسبة ٠,١-٠,٩% على أساس وزن الدقيق.

٢- الـ Amylopectin:

إضافته للدقيق قبل العجن وعند استخدامه بصفة خاصة فى دقيق الشعير أعطى طزاجة لمدة ٣-٤ مرات مقارنة بنفس الخبز الغير معامل بالأميلوبكتين.

٣- Selected diglycerides:

يمكن أن تستخدم الداى جليسريد بنسب من ٠,١-٣% ولكن الأفضل ٠,١-١,٥% يحتفظ الخبز المعامل بخواص الطرواة للخبز الطازج لمدة أطول ٤٨ ساعة عن الخبز غير المعامل.

٤- Special dextran:

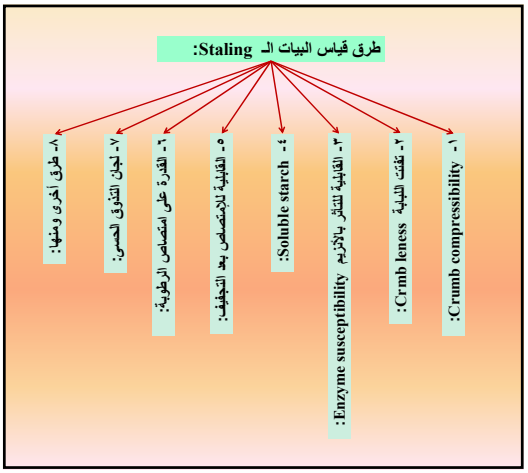
وجد أن إضافة كميات صغيرة من الدكسترات للعجينة المحتوية على خميرة وجلوتين أدى ذلك إلى زيادة امتصاص الدقيق للماء ويحسن خواص التداول للعجائن ويكون العجين أكثر مرونة وبالتالى يسهل من عملية التشكيل ويزيد معدل الإنتاج، والخبز المصنع بهذه الطريقة يكون أكثر احتواءا على الرطوبة وحجم الرغيف يكون أكبر وفترة الـ Shelf life تكون أطول.

٥- الليسيثين Lecithin:

ذكر (Vanhaften, 1979) أن الليسثين وهو مركب فوسفوليبيدى وإضافته من مصادر مختلفة مثل ليسيثين فول الصويا يكون مفيدا حيث يعمل على سرعة خلط ومزج الزيوت بالعجين محسنا التخمر ويزيد من عملية امتصاص الماء ويؤدى إلى زيادة درجة طراوة الخبز ويقلل أيضا القابلية للبيات، وكذلك يحسن حجم الرغيف ويعتبر فى عداد الـ Antistaling.

٦- هناك وسائل أخرى لتأخير البيات مثل إضافة اللبن أو السكر كمواد لها مقدرة على تشرب الماء وكذلك استخدام دقيق جيد الصفات من حيث نوعية ونسبة البروتين واستخدام القدر المناسب من الملح والخميرة.
٧- تبريد الخبز سريعا بعد إنتاجه ثم تغليفه مباشرة وحفظه على درجة حرارة التجميد.
٨- حفظ الخبز على درجة حرارة مرتفعة (٩١٣١°ف) حيث يقل تحول النشا من الصورة ألفا إلى الصورة بيتا ولكن هذه الدرجة المرتفعة قد تؤدى إلى فساد الخبز بواسطة البكتريا وهذا يستلزم خفض درجة الـ pH للعجينة للدرجة الكافية لمنع نمو هذه البكتريا.

مما سبق يتضح أن ظاهرة الـ Staling فى الخبز ومنتجات المخابز لازالت فى حاجة إلى دراسات أكثر لكى يمكن تلافى نتائجها والتقليف عليها، سواء من حيث فهم ميكانيكية حدوثها وكذلك العوامل المؤثرة على حدوثها وطرق أكثر كفاءة فى منع حدوث هذه الظاهرة.



طرق قياس البيات الـ Staling:

يمكن إجمال أهم هذه الطرق من خلال أبحاث عديدة وهى:

١- Crumb compressibility:

وهى أجهزة مصممة لمتابعة الزيادة فى الـ Crumb hardness اثناء البيات ومنها ما يقيس الـ Softness.

٢- تفتت اللبابة Crmb leness:

وذلك على أساس أنه بزيادة مدة تخزين الخبز لوحظ زيادة فى تفتت القطعة منه بفركها واستخدمت وسائل مختلفة لهذا الغرض.

٣- القابلية للتأثر بالأنزيم Enzyme susceptibility:

وذلك بمعاملة معلق من اللبابة والماء بانزيم الأميليز وتقدير كمية السكريات الناتجة وقد لوحظ أن النقص الكبير فى تقبل أو التأثر بالإنزيم يكون فى أثناء الساعات الأولى بعد الخبيز.

٤- Soluble starch:

وتعتمد على ترسيب الكربوهيدرات بالطرد المركزى وبالكحول وتقدير النشا الذائب.

٥- القابلية للإمتصاص بعد التجفيف:

وهذه الصفة مرتبطة بالزوجة الابتدائية للعجينة ونسبة الأميلوز فى النشا الذائب وبالتالى فهى اختبار سريع يمكن به تتبع البيات مع فترة الحفظ.

٦- القدرة على امتصاص الرطوبة:

وهى مبنية على أساس الملاحظات الخاصة بحدوث نقص فى القدرة على امتصاص الماء مع تخزين الخبز، وهذه تشمل طرق قياس متعددة.

٧- لجان التذوق الحسى:

وهذه لها أهميتها الكبرى فى تقييم البيات بالخبز.

٨- طرق أخرى ومنها:

أ- طريقة تعتمد على التغير فى قابلية الـ Crumb للإرتباط بأزرق الميثيلين.
ب- طرق تعتمد على نفاذ الضوء خلال الـ Crumb.
ج- طرق تعتمد على تتبع إنتقال جزيئات الرطوبة من الجلوتين إلى النشا كذلك يمكن بتكنيك كهربائى تتبع التغيرات فى تبلور النشا.
د- طرق كروماتوجرافية.

الدقيق والخبز والناحية الغذائية
Flour, Bread and Nutrition

١- تدعيم الدقيق والخبز بالفيتامينات:

هناك حاجة ضرورية لتدعيم الدقيق والخبز بالفيتامينات وخاصة فى الدول النامية وذلك لارتفاع معدل استهلاك الفرد من الحبوب ومنتجاتها فى هذه البلاد بالمقارنة بالدول المتقدمة، حيث يصل معدل اعتماد الفرد فى غذائه على الحبوب ومنتجاتها إلى حوالى ٧٥% بينما لا تتجاوز هذه النسبة ٢٥% فى بعض الدول المتقدمة والتى وضعت الأسس والقوانين لدعم الحبوب ومنتجاتها وذلك بهدف زيادة قيمتها الغذائية.
ويمكن القول تبعا لتوزيع الفيتامينات فى أجزاء الحبة المختلفة أن ارتفاع نسبة الاستخراج للدقيق من ٧٠-٨٥% تؤدى إلى زيادة ملحوظة فى نسبة الثيامين والريبوفلافين فى الدقيق بينما تزداد نسبة النياسين زيادة ضئيلة.

ويوضح الجدول التالى تأثير نسبة الاستخراج فى نسب وجود الفيتامينات:

نسبة الاستخلاص	الثيامين %	الريبوفلافين %	النياسين %	حمض البانتوثينيك %
قمح كامل	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
دقيق ٨٥%	٧١	٨٣	٤٠	٧٣
دقيق ٨٠%	٥٧	٥٠	٣٦	٦٠
دقيق ٧٠%	٢٥	٣٣	٢٨	٤٠
دقيق ٥٠%	١٨	٢٥	٢٠	٢٠

وعلى اساس توزيع الفيتامينات فى الدقيق ذو نسب الاستخراج المختلفة فإنه يتوقع أن يتم تدعيم الدقيق الفاخر بالفيتامينات عنه فى حالة الدقيق المرتفع فى نسبة الاستخلاص والذى يرتفع محتواه من الفيتامينات عن الدقيق الفاخر.

ويتم إضافة الفيتامينات إلى الدقيق بدون صعوبة وفى حالات خاصة يتم إضافتها على دقيق الخبز مباشرة، ويمكن أيضا أن توضع أقراص الفيتامينات فى العجين ومع استعمال الخميرة الغنية فى الفيتامينات، وتحدد القوانين فى الولايات المتحدة الأمريكية النسب التى تستخدم فى تدعيم الخبز من الفيتامينات وتظهر هذه النسب فى الجدول التالى الذى يبين المقادير القياسية الواجب توافرها فى كل من الدقيق والخبز.

نسب الفيتامينات فى الدقيق والخبز (المقادير القياسية فى الولايات المتحدة الأمريكية ملجم/رطل).

الفيتامين	الدقيق		الخبز	
	الحد الأدنى	الحد الأقصى	الحد الأدنى	الحد الأقصى
الثيامين	٢,٠	٢,٥	١,٢	١,٨
الريبوفلافين	١,٢	١,٥	٠,٧	١,٦
النياسين	١٦,٠	٢٠,٠	١٠,٠	١٥,٠

ويظهر فى هذا الجدول الحدود الدنيا القصوى للإضافات وقد روعى فيها أن تحقق المعدلات النمطية المطلوبة وأن لا ترتفع هذه النسب عن المعدلات القصوى حيث أثبتت الدراسات التى أجريت على الفئران أن زيادة هذه النسب يعتبر فاقدًا ولا يستفيد الجسم منه.

كما يستعمل حمض الأسكوربيك (فيتامين C) فى بعض الأحيان فى الإضافات إلى دقيق الخبز بالإضافة إلى استعمالاته الغذائية الأخرى.

وقد استخدم فى بعض تجارب التغذية تجارب التغذية بنسبة ٤٠٠ ملجم/رطل من الدقيق واستعمل أيضا فى الإضافات أقراص خاصة بها ٩٧,٥% حمض أسكوربيك ومغطاة بواسطة إيثيل سيليلوز.

٢- تدعيم الدقيق والخبز بالأملاح المعدنية:

يكون الفوسفور نسبة كبيرة من المكونات المعدنية فى الحبوب ومنتجاتها إذ تبلغ نسبته فى رماد الدقيق من ٣٤% فى حالة الدقيق الأبيض إلى ٥١% فى حالة الدقيق الناتج من الاستخلاصات العالية، ويوجد ٧٠-٩٠% من الفوسفور بحبة القمح على حالة عضوية كما أن ٧٠% من هذا الفوسفور يوجد فى اليسيثين. ومن المركبات الهامة التى يدخل فى تكوينها مركب الفيتين وقد سبق دراسته. ويتم تدعيم الدقيق بإضافة الكالسيوم والحديد:

وتوضح التحليلات التى أجريت على الحبوب ومنتجاتها عن نسب وجود الكالسيوم والحديد بها إلى ارتفاع نسبة تواجد هذه العناصر المعدنية بارتفاع نسبة استخلاص الدقيق. ويوضح الجدول التالى تأثير نسب الاستخلاص على نسب وجود الكالسيوم والحديد:

نسبة الاستخلاص %	الكالسيوم %	الحديد %
قمح كامل	٠,٠٤٥	٠,٠٠٣
دقيق قمح ٨٥%	٠,٠٢٣	٠,٠٠٢
دقيق قمح ٧٠%	٠,٠١٨	٠,٠٠١
ردة القمح	٠,١١٦	٠,٠٠٩

وعادة توضح القوانين الموضوعة نسبة الإضافة والحدود التى يتم على أساسها تدعيم الخبز والدقيق بالكالسيوم والحديد.

وعادة يضاف الكالسيوم على هيئة كربونات كالسيوم إلى الدقيق وذلك طبقا للنسب المحددة لهذه الإضافات، ويمكن عند إضافته على الدقيق مراقبة عمليات توزيعه وبحيث يخصص لأغراض إنتاجية معينة.

والمقادير الموضوعة فى الولايات المتحدة الأمريكية والخاصة بهذه الإضافات كما يلى:

العنصر المضاف	الدقيق		الخبز	
ملجم/رطل	الحد الأدنى	الحد الأقصى	الحد الأدنى	الحد الأقصى
الكالسيوم	٥٠٠	١٥٠٠	٣٠٠	٨٠٠
الحيد	١٣,٠	١٦,٥	٨,٠	١٢,٥

أما بالنسبة لإضافة الحديد إلى الدقيق فقد أجريت عدة دراسات على هذه الإضافات مع استخدام مصادر متنوعة للحديد منها الحديد المختزل والحديد النقى وكبريتات الحديدوز ودراسة مدى استفادة الجسم من هذه المصادر المختلفة وقد تبين أن المصدر الأخير (كبريتات الحديدوز) عند إضافته إلى الدقيق والخبز قد أدى إلى الحصول على أفضل نتائج لاستفادة الجسم من الحديد.

٣- تدعيم الحبوب ومنتجاتها بالأحماض الأمينية الأساسية:

نتيجة لتزايد عدد سكان العالم وخاصة فى الدول النامية بنسبة أكبر من زيادة الغذاء ونظرا لما هو معروف عن ارتفاع استهلاك الفرد السنوى للحبوب بالمقارنة بالأغذية الأخرى خاصة البروتينات الحيوانية، ونظرا لإنخفاض محتوى الحبوب ومنتجاتها عموما من الأحماض الأمينية الأساسية.

ومع نقص الحمض الأمينى الليسيثين فى معظم الأغذية وخاصة الحبوب فقد أصبح من الضرورى إمداد الغذاء بهذا الحمض ولذلك اهتمت الشركات الصناعية والعلماء فى العمل على إنتاج هذا الحامض بكميات كبيرة وبتكاليف اقتصادية بحيث يمكن الاستفادة به فى كثير من الاضافات إلى الأغذية المختلفة.

والأحماض الأمينية التى يقل معدل تواجدها عن المستوى النمطى نسمى بالأحماض الأمينية المحددة وأكثرها قلة يسمى الحامض المحدد الأول .A.A limiting 1st وفيما يليه فى نسبة وجوده يطلق عليه الحامض المحدد الثانى .A.A limiting 2nd ويبين الجدول التالى الأحماض الأمينية المحددة فى بعض الحبوب.

	الأحماض الأمينية المحددة		
	الأول	الثانى	الثالث
القمح	ليسين	ثريونين	فالين
الشعير	ليسين	ثريونين	ميثيونين
الشوفان	ليسين	ثريونين	ميثيونين
الشيلم	ايزوليوسين	-	-
الذرة	ليسين	تربتوفان	ميثيونين – ثريونين
الأرز الأبيض	ليسين	ثريونين	-

وقد أجريت دراسات استخدم فيها الليسين L-lysine حيث اضيف إلى غذاء حيوانات التجارب والأطفال ففى التجارب على الأطفال سن ٩ شهور تبين (والذين يتأخر نموهم نتيجة تغذيتهم على اللبن) أنه عند إضافة كمية من حمض الليسين مقدارها ½ جرام غذائهم إلى فإنه لوحظ زيادة وزن الأطفال بسرعة ملحوظة.

٤- تدعيم الدقيق والخبز بإضافات أخرى:

من طرق تدعيم ورفع القيمة الغذائية للحبوب هو تدعيمها بكميات بسيطة من مكونات البروتين النباتية أو البروتينات الحيوانية وقد تم دراسة هذه الطرق وإضافتها إلى الدقيق (دقيق القمح) ولكنها لم تستعمل إلا فى مناطق صغيرة من العالم.

وقد أثبت التدعيم بمركزات البروتين فائدة ليست فقط فى كونها تحسن من كمية البروتين ولكن أيضا بإضافة عناصر غذائية أخرى إلى الغذاء بالإضافة إلى أنها تساهم فى توفير مصادر البروتين ذات القيمة الغذائية المرتفعة بين اكبر عدد من الناس ومن هذه الإضافات.

أ) إضافة مركز بروتين السمك إلى الدقيق:

يعتبر إضافة مركز بروتين السمك لتدعيم دقيق الخبز وخاصة فى الدول المنتشر فيها الثروة السمكية ذو فائدة كبيرة، وقد أظهرت استعمالات مركز بروتين السمك عند إضافته إلى الدقيق عدم وجود أى رائحة فى الناتج النهائى. كما أن إضافة هذا البروتين الغنى بالأحماض الأمينية الأساسية يساعد على رفع القيمة الغذائية للمنتج وتحسين نوعية البروتين وعادة يضاف هذا المركز (طبقا للدراسات التى أجريت فى هذا المجال) بنسبة ٥% تقريبا حيث يعطى أفضل النتائج.

ب) إضافة دقيق البطاطا إلى الدقيق:

هناك أصناف من البطاطا (ذات أحجام كبيرة) ترتفع فيها نسبة محتواها من المواد الكربوهيدراتية، وقد تطرق البحث إلى إمكانية الاستفادة من دقيق البطاطا، حيث يمكن أن يخلط الدقيق العادى بنسبة حوالى ١٥% دون تأثير كبير على الخواص التكنولوجية أو لون الخبز الناتج.

ويبين الجدول التالى مقارنة بين تركيب دقيق البطاطا ودقيق القمح بنسب استخلاصات مختلفة.

كما أنه يظهر من هذا الجدول ارتفاع القيمة الغذائية لدقيق البطاطا وتقارب محتوى النشا فى دقيق البطاطا مع دقيق القمح من الاستخراجات المختلفة بما يمكن عند إضافته على نطاق واسع من توفير جزء مما تستورده البلاد من القمح والدقيق من الخارج.

مقارنة لتركيب دقيق البطاطا مع أنواع الدقيق الأخرى:

	دقيق البطاطا	دقيق قمح ٧٠%	دقيق قمح ٨٠%
الرطوبة %	١٣,٥	١٣,٥	١٣,٥
البروتين %	٧,٨	١١,٠	١١,٤
الدهون %	٠,٤	١,٢	١,٨
الألياف %	٢,٣	٠,٤	١,٠
الرماد %	٣,٩	٠,٥	٠,٧
السكريات %	١,١	١,٧	٢,٢
النشا %	٧١,٠	٧٢,٠	٧٠,٠
الثيامين مجم/جم	٤,٧	٠,٧	٣,٠
الريبوفلافين ميكروجرام/جم	٢,٧	٠,٦	٢,٠
النياسين ميكروجرام/جم	٥٤,٥	١,٠	١٧,٠

ج) إضافة دقيق بذرة القطن إلى الدقيق:

يستعمل دقيق بذرة القطن على نطاق ضيق باضافته إلى الأغذية وان كان إنتاج الدقيق على نطاق تجارى لم ينتشر بعد، ويرجع عدم إنتشار استعمال بروتين القطن كدقيق أو كمصدر غنى فى البروتين هو أنه لم يعرف ولم ينتشر كغذاء للإنسان حتى الان كما عرف غيره من أنواع الدقيق مثل دقيق فول الصويا.

كما أن هناك سبب آخر يقلل من استعماله فى الغذاء هو الطريقة التى يتم بها تحضيره وفصله لم ينتشر استعمالها، وهناك كثير من التقارير عن القيمة الغذائية لبروتين دقيق بذرة القطن واستعمالاته فى الغذاء.

وقد استعمل دقيق بذرة القطن لأول مرة عام ١٩٤٤ ففى أبحاث قام بها **Jones and Divine** وجد أن إضافة ٥% من دقيق بذرة القطن إلى دقيق القمح فإنه قد أنتج خليط يحتوى على ١٦-١٩% بروتين زيادة عن الموجود فى الدقيق فقط، وإن هذا بلا شك يكون خليط يعطى معدلات عالية فى النمو بالمقارنة بنفس الوزن من دقيق القمح.

كما نشر **Vomack** وآخرون سنة ١٩٥٤م أن تجارب التغذية على الخبز المصنوع من ١٠ أجزاء من دقيق بذرة القطن، ٩٠ جزء من الدقيق الفاخر قد تسبب فى زيادة الوزن للأفراد بالمقارنة بالخبز المصنوع بدون دقيق بذرة القطن.

كما أشار **Fenk** عام ١٩٦١، **Cravioto** عام ١٩٦٢ أن معدل امتصاص البروتين للأطفال متساوى فى حالة تغذيتهم على بروتين دقيق بذرة القطن بالمقارنة بتغذيتهم على بروتين اللبن العادى.

كما قد نجحت التجارب التى اجراها معهد التغذية بمصر بالاشتراك مع خبراء من وزارة الزراعة، حيث أمكن الحصول على دقيق بذرة القطن خالى من مادة الجوسيبول وقد اجريت تجارب ناجحة استخدم فيها دقيق بذرة القطن بنسبة ١٠% مع دقيق القمح وقد أثبتت التجارب تحسنا ملحوظا كبيرا فى صحة تلاميذ المدارس وإختفاء كثير من الأمراض التى كانت تصيبهم مثل البلاجرا وفقر الدم.

د) إضافة دقيق فول الصويا:

مع إنتشار زراعة فول الصويا وارتفاع قيمته الغذائية ووجود مركزات من بروتين فول الصويا متاحة على المستوى التجارى أمكن استخدام هذه المركبات باضافتها إلى دقيق الخبز بهدف رفع قيمته الغذائية، وعادة ما تستخدم هذه الإضافات بنسب تتراوح بين ٣-١٠% تبعاً لنوع الخبز والدقيق المستخدم.

هـ) إضافة اللبن المجفف إلى الدقيق:

وقد سبق التحدث عن أهمية إضافة اللبن إلى الدقيق وتأثيره على امتصاص الدقيق للماء عند إنتاج الخبز وكذلك مدى تأثيره على صفات الجودة للخبز الناتج.

عجن	١٥-٢٠	٨-١٠	٥
تخمير أولى	٤٥-٦٠		
تقطيع وراحة	٥		
تخمير ثانوى	١٥-٣٠		
خبيز	حسب سرعة السير من ٢٠٠٠-٣٠٠٠ رغيف/ساعة		

التجهيزات حتى الخبيز:

العملية	مخبز يدوى	نصف آلى	آلى كامل
عجن	١٥-٢٠ق	٨-١٠ق	٥
تخمير أولى	٤٥-٦٠ق	٤٥-٦٠	٤٥-٦٠
تقطيع وراحة	٥	٥	٥
تخمير ثانوى	٢٠-٣٠	١٥-٢٠	١٥-٢٠
تهوية	١٥	١٥	١٥

نوع الدقيق – نوع الخبز – وزن الرغيف قبل التسوية أو بعد التسوية

نسبة الامتصاص:

وزن العجين = وزن الدقيق + وزن الماء

عدد الأرغفة = وزن العجين بالجرام/وزن الرغيف قبل التسوية بالجرام

عدد الأرغفة = وزن المادة الصلبة فى الدقيق بالجرام/وزن المادة الصلبة فى الرغيف

نسبة الامتصاص:

دقيق ٨٢% خبز ماوى	٦٥%
خبز مجر	٦٠%
دقيق ٧٢% خبز شامى	٥٥%

نسبة الرطوبة:

فى الدقيق	١٤%
فى الخبز الماوى	٤٠%
فى الخبز المجر	٣٦%