الفصل الثامن

البيرة

خامات الصناعة . القيمة الغذائية للبيرة . الإنتاج العالمى من البيرة . صناعة المولت . صناعة البيرة . فساد البيرة . تشريعات البيرة .

خامات الصناعات

تصنع البيرة عادة من الشعير وحشيشة الدينار والماء ، إلا أنه قد يضاف للشعير بعض المصادر الكربو إيدراتية الأخرى كالأرز والذرة والمولاس والسكر والزمير .

والشعير المستعمل فى صناعة البيرة ذو صفين . ويدل مظهر حبوب الشعير على صلاحيتها لصناعة البيرة ، ويتأكد من ذلك بإجراء بعض الاختبارات الطبيعية والكيميائية لمعرفة نسبة الرطوبة فى الحبوب ، ووزنها النوعى ، وسمك أغلفتها ، وحجمها ، ولونها ودرجة نظافتها ، ودرجة نقاوتها . وإصابتها بالفطريات أو السوس ، ودرجة نضجها ، وحيويتها ، وانتظام شكلها ، ومدى تلفها بفعل الحرارة أو العوامل الجوية أو الدراس ، ونسبة النشا بها ، ونسبة الشعير الصالح صناعياً ، ونسبة الإنبات ، ووزن الألف الحبة ، ونسبة البروتين ، والقوة الدياستيزية ، وشكل ولون ومظهر قطاع الإندوسبرم . وأهم هذه جميعاً بالنسبة لتحضير المولت هو درجة النضج والحيوية وانتظام الحبوب ونسبة البروتين ونعومة الأغلفة وخلو الحبوب من الإصابة .

ويختلف التركيب الكيميائى للشعير ذى الصفين عن الشعير ذى الستة صفوف ، فالنسبة المئوية للهيميسليلوز والبكتين فى ذى الصفين وذى الستة ١١،٨ على التوالى ، وللسليلوز ٧،٤ ، وللجنين ٣،١,٥ . وتتشابه حبيبات النشا فى الشكل فى كل من القمح والشعير إلى حد كبير . وتفضل الحبوب ذات النسبة المرتفعة من النشا فى صناعة المولت .

وتؤثر التركيب الكيميائى للشعير فى القيمة الغذائية للبيرة إذ أنه يحتوى على البروتين والفيتامينات والأملاح المعدنية . الكربو إيدرات التى يستخلص

بعضها فى البيرة . وأهم فيتامينات الشعير هى الثيامين والريبوفلافين وحمض النكوتنيك وحمض البانتوثنيك . والمعروف أن نسب هذه الفيتامينات ترتفع إثر إنبات حبوب الشعير ، أى تحويله إلى مولت ، فيما عدا الثيامين .

وتحتوى حبوب الشعير الجاف على حوالى ٨٠ إلى ٩٠ فى المائة كربوإيدرات معظمها نشا . أما بروتينات الشعير فمنها ثلاثة فى المائة ليوكوزين وهو البيومين ذائب فى الماء، ١٨ فى المائة إدستين وهو جلوبيولين ذائب فى المحلول الملحى المخفف ، ٣٨ فى المائة هوردين وهو برولامين ذائب فى الكحول تركيز ٧٥ فى المائة فى القلوى ، ٤١ فى المائة جلوتلين ذائب فى القلوى . ونقل جودة حبوب الشعير كلما ارتفعت نسبة النتروجين بها .

القيمة الغذائية للبيرة :

تتضح القيمة الغذائية لمشروب البيرة من التحليل الكيميائى لها . فالنسب المئوية لمكونات البيرة هى ٣,٨٣ سكريات ، ٣,٦٣ كحول ١,١٦ سكريات مختزلة ، ٠,٤٦ ثانى أكسيد كربون ، ٠,١٣٥ حوضة ، ٢,٧٣ دكسترينات ، ٠,١٤٨ رماد ، ٠,٠٠١ جلوكوز ، ٠,١٠ ملتوز ، ن ، ٠,٢٠ ملتوتريوز ، ٠,٤٥ مالتو تتراوز ، ٣,٠٤ سكريات مركبة ، ٠,٢٩٩ بروتينات ، ٠,٠٢٩ نتروجين غير بروتينى ، ٠,٠٧١ بروتينات مرتفعة الوزن الجزيئى ، ٠,١٠٠ بروتينات متوسطة الوزن الجزيئى .

٠,٠٩٥١ بروتينات منخفضة الوزن الجزيئى .

آثار من كل من الفركتوز والسكروز . وتحتوى البيرة أيضا على المكونات التالية كأجزاء فى المليون ، ٠,١٧٥ حديد ، ٢٥٦,٠ كبريتات كلسيوم ، ١٥٣,٠ كلوريد صوديوم ، ٥٥,٤ تانينات ، ١٣,٢ ثانى أكسيد كبريت ، ٠,٢٤٥ نحاس . وتبلغ كمية الكحول فى البيرة حجماً ٤,٦٠ فى المائة : وهى تحتوى على ١,٢ سنتيمتراً مكعباً هواء ، ١,٠١ سنتيمتراً مكعباً

نتروجين ، ٠,١٩ سنتيمتراً مكعباً أكسيجين . وتبلغ الحموضة الفعلية فى البيرة حوالى pH ٤,٣٥ ، والوزن النوعى للبيرة ١,٠١٢١ ، والجذب السطحى ٤٦ dynes . وتعطى المائة جرام من البيرة ١٦٨,٣ سعراً .

وتتفاوت أصناف البيرة فى قيمتها الغذائية كثيراً ، فنسب المكونات كملليجرامات فى كل مائة سنتيمتر مكعب بيرة تنحصر فى الحدود التالية : الكربوإيدرات ٢١٠٠ إلى ٨٣٠٠ ، الكحول ٢٣٠٠ ، إلى ٨٣٠٠ ، البروتين ١٨٨ إلى ٦١٦ ، كلوريد الصوديوم ٣٢ إلى ٥٥ ، الكالسيوم ٥,٣ إلى ٢٤,٩ ، الفسفور ٥ إلى ٢٧,٨ ، الحديد ٠,٠٠٥ إلى ٠,٢٨ ، الريبو فلافين ٠,٠٣٣ إلى ٠,١٤٠ ، النيكوتيناميد ٠,٤٥ إلى ٢,٧١ ، حمض البانتوثنيك ٠,٠٤ إلى ٠,٠٩ ، البيريدوكسين ٠,٠٤ إلى ٠,٠٩ البيوتين صفر إلى ٠,٠٠١٥ .

والشعير المستخدم فى صناعة البيرة يعتبر مصدراً رخيصاً للكربوإيدرات ، كما أنه يحتوى على البروتين والفيتامينات ، وهذه الأخيرة تتساوى فى كميتها تقريباً مع فيتامينات البيرة . لهذا تعتبر البيرة مصدراً جيداً لفيتامين الريبو فلافين إذ يحتوى السنتيمتر المكعب منها على ٠,٥ — ٠,٧ ميكروجرام ، وتنخفض نسبة فيتامين ب، فى الشعير بتحويله إلى مولت ، أما نسبة الريبو فلافين فترتفع فى المولت إلى ثلاثة أمثال نسبتها فى الشعير ، وترفع أيضاً نسبتا حمض النيكوتنيك والبانتوثنيك . وتكون الكربوإيدرات ٨٠ — ٩٠٪ من الوزن الجاف للشعير ، وأهم هذه الكربوإيدرات هو النشا لأنها الغذاء المخزون الذى يمد الجنين بالسكر أثناء الإنبات فى صناعة المولت . وتؤثر بروتينات الشعير فى صناعة المولت لأنها تؤثر على صفات الحبة . ويفضل استعمال العامل ٦ بدلا من ٦,٢٥ فى حساب نسبة بروتين الشعير من نسبة النتروجين ويعتبر ٨ — ١٣٪ من نتروجين الشعير ممثلا لناتجات تحلل بروتينية .

الإنتاج العالمى من البيرة :

تنتج جمهورية مصر العربية نسبة ضئيلة من البيرة مقارنة بالإنتاج العالمى . وتنتج الولايات المتحدة الأمريكية وحدها ثلاثين فى المائة من إنتاج البيرة العالمى ، ويلى هذه الدولة ألمانيا التى تنتج ٢٧,٨ فى المائة ، ثم بريطانيا وتنتج ١٣,٩ فى المائة . ويتوزع باقى الإنتاج العالمى بنسبة ٦,٩ فى المائة فى بلجيكا ، ٦,٦ فى فرنسا ، ٢,٥ فى روسيا ، ٢,٤ فى دول اسكندیناوة ، ١,٤ فى استراليا ، ١,٤ فى دول شمال أمريكا فيما عدا الولايات المتحدة الأمريكية ، ١,٣ فى كندا والمكسيك ، ٥,٥ فى جميع الدول الأخرى . والصناعة ظلت محتكرة طيلة الأعوام السابقة فى جمهورية مصر العربية ، وقدر إنتاج الشركة المحتكرة فى عام ١٩٦١ بحوالى ١٢٠٠٠٠٠٠٠ لتراً من البيرة سنوياً .

المولت :

تنبت حبوب الشعير لإنتاج المولت malt الذى يدخل فى صناعة البيرة. والشائع هو تخزين الشعير بضعة أسابيع قبل تنبيته بقصد تحسين صفاته . فبمرور حوالى شهر ونصف على حصاد حبوب الشعير ترتفع نسبة إنباتها بمقدار اثنين فى المائة تقريباً ، وترتفع نسبة مستخلص المولت بحوالى ١,٨ فى المائة ، وترتفع نسبة البروتين الذائب منسوباً للبروتين الكلى بحوالى ٣,٧ فى المائة . ويلاحظ أن المستخلص المحضر من شعير مخزون يكون رائقاً بعكس المحضر من شعير حديث الحصاد فيكون عكراً نوعاً . والشعير النظيف القادر على الإنبات يعطى مولتاً ردىء الصفات إذا ما استنبتت بعد حصاده مباشرة بالرغم من أنه سوف ينبت بقوة وبانتظام بعد أخذ طور الراحة المناسب للجنين ، وتنعكس رداءة الصفات فى ظهور بعض العكارة بمستخلص المولت مما يدل على تحضير المستخلص من شعير غير تام النضج. والأرقام التالية توضح أثر تخزين الشعير .

تاريخ نقع الشعير	نسبة إنبات الشعير	نسبة المستخلص	نسبة البروتين الذائب للبروتين الكلى	مظهر المستخلص
بعد الحصاد مباشرة	٩٧	٧٢,٥	٣٥,٥	عكر
بعد شهر من الحصاد	٩٩	٧٣,٥	٣٧,٥	قليل العكارة
بعد شهر ونصف من الحصاد	٩٩	٤٧,٣	٣٩,٢	رائق

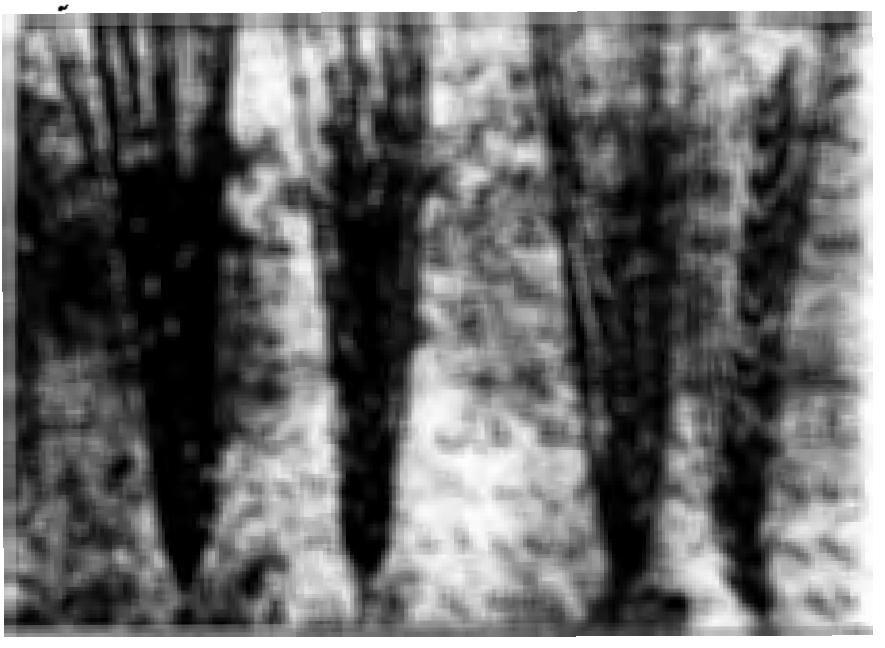
وأهم التغيرات التى تحدث فى حبوب الشعير أثناء تخزينها هى ارتفاع الحموضة كنتيجة لنشاط إنزيمات الكتاليز والبروكسيديز والأكسيديز ، كما تزداد قدرة الحبوب على تشرب الماء . وهذه الزيادات تصبح ملحوظة قرب نهاية فترة التخزين التى يظهر عندها أيضاً نشاط إنزيم الأوكسيديز .

وقد وجد أن نسبة مستخلص المولت تتأثر بنسبة النتروجين فى الحبوب وبوزن الألف حبة ، كما يتضح من المعادلة :

كمية المستخلص بالرطل من كل ٣٣٦ رطل مولت = ١ — (١٠,٥ × النسبة المئوية للنتروجين) + (٠,٢ × وزن الألف حبة بالجرام) .

صناعة المولت :

تتلخص خطوات صناعة المولت فى التنظيف Cleaning والتدريج Grading



(شكل ٩٣)
سنابل الشعير ذى الصفين (يمين) وذى الستة صفوف (يسار)

والنقع أو البل Steeping والإنبات Germination والتسوية Curing :

فتبدأ صناعة المولت بتنظيف حبوب الشعير الجافة وإزالة المواد الغريبة والبذور والحبوب الضامرة والحبوب المكسورة . وتدرج الحبوب النظيفة إلى أحجامها المختلفة .

ثم تنقع حبوب الشعير لفترة قصيرة فى محلول ماء جير أو صودا كاوية لفترة قصيرة تكفى لإزالة المواد الصمغية المحيطة بالحبوب ولتليين القشرة وتسهيل دخول الماء إلى الحبوب . وينفاوت تركيز المحلول المستخدم تبعاً

لصنف الشعير . ويلى ذلك غسيل الحبوب بالماء الجارى لمدة ٢٤ — ٦٥ ساعة.

وتؤثر درجة حرارة ماء النقع فى المدة ، فكلما ارتفعت درجة الحرارة كلما قصرت المدة اللازمة للنقع . ويلزم تهوية الحبوب على فترات خلال مرحلة النقع . وأثناء النقع يفقد حوالى ٠,٥ — ٠,١٥ ٪ من المادة الجافة كما يفقد حوالى ٦,٢ ٪ بتأثير التنفس وحوالى ٢,٥ ٪ فى تكوين الجذير . أما نسبة السكر فترتفع من ١ ٪ فى الشعير إلى ٣ ٪ فى المولت ويتبع هذا انخفاض فى نسبة النشا . وأما الجلوتين فتنخفض نسبته فى المولت إلى ثلاثة أرباع نسبته فى الشعير بسبب التحلل المائى الإنزيمى الذى يبدأ بطيئاً ثم يصل إلى حده الأقصى بعد يومه الثالث حتى اليوم السابع أو الثامن .

وعقب النقع تصفى المياه وينشر الشعير على أرضية غرفة تنبيت الشعير Flooring بسمك ١,٥ — ٢,٥ قدم ويترك كذلك لمدة تتراوح بين ثمانية واثنى عشر يوماً ، مع مراعاة تقليب الحبوب من وقت لآخر وعدم ارتفاع درجة الحرارة عن ١٥° مئوية . وقد تجرى عملية الإنبات داخل أحواض الإنبات ذات القاع الكاذب والمحتوية على فتحات تهوية لتحديد كمية الهواء البارد التى تدخل الأحواض .

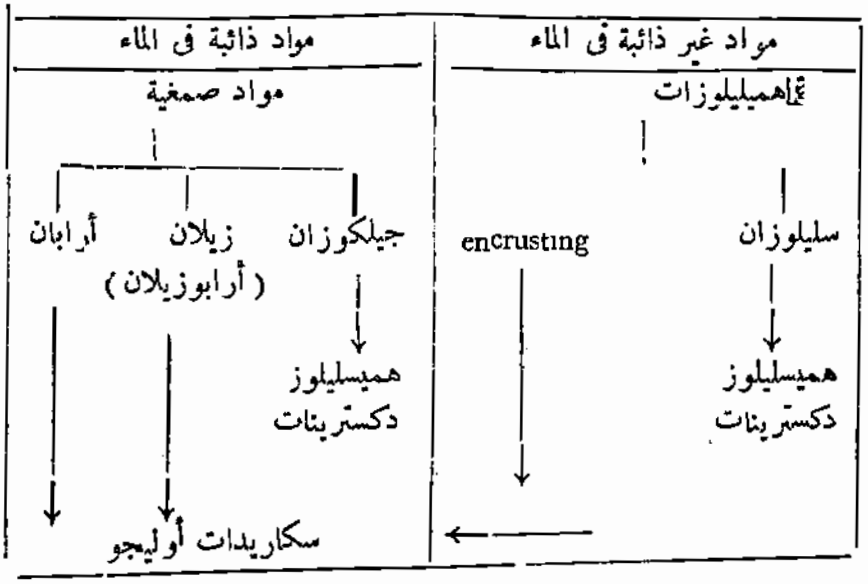
وتحدث بعض التغيرات فى حبوب الشعير أثناء فترة إنباتها ، ومن هذه التغيرات

(شكل ٩٤)
نقع حبوب الشعير فى الأحواض

(شكل ٩٥)
الشعير على أرضية غرفة الإنبات

نمو الريشة والجذير وذوبان جدران خلايا الإندوسبرم بفعل إنزيم السيتيز وتحلل جزء من النشا بفعل إنزيمات الدياستيز وتحلل جزء من البروتينات إلى مواد أبسط بفعل الإنزيمات البروتينية وتحلل بعض المواد الذائبة فى الماء منتجة أرابان وزيلان وجليكوزان ودكسترينات وأوليجو سكاريدات .

والمواد العديدة التسكر غير النشوية التى توجد فى الشعير وتتعرض للتغير هى :

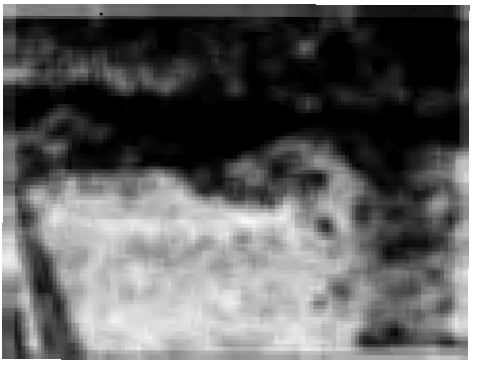


ويبدو أن تكون البنتوز والبنتوزانات طبيعياً مرتبط بالسكريات السداسية والهكسوزانات عن طريق حمض اليورونيك والبوليبورنيك .

كيدا (كيدايد) ٤ . كيد٢ ايد ← كيدا (كيدايد) ٤ . كاايد .
هكسوز حمض هكسيورونيك
↓ — كا ٢
كيدا . (كيدايد) ٣ كيد٢ايد
بنتوز

وأندريد اليورنيك موجود فى الشعير بنسبة ١,٧٩ فى المائة تقريباً ، وفى المولت بنسبة ١,٧٢ فى المائة تقريباً .

وتنخفض لزوجة مستخلص الحبوب بطول فترة الإنبات ، ولهذا تقاس اللزوجة دواماً للتعرف على مدى التغيرات التى حدثت عند تحضير المولت .



(شكل ٩٦) حبوب الشعير فى فترة التنبيت

وعندما يبلغ إنبات حبوب الشعير حده المناسب يوقف الإنبات بتحميص الحبوب على درجة حرارة منخفضة ، ثم ترفع درجة الحرارة تدريجياً لإيقاف فعل الإنزيمات دون أن تقتل . وتسمى هذه العملية بالتسوية curing . ويلى ذلك تبريد الحبوب وغربلتها لفصل الجذيرات عن المولت .

وعند تحميص المولت يراعى ألا تتجاوز نسبة الرطوبة به الثلاثة فى المائة حتى لايتعذر طحنه . وعملية التحميص هذه تؤثر فى نكهة البيرة ولونها . والمعتقد أن تفاعل ميلارد Maillard يحدث فى المولت ويتدخل فى إظهار اللون . والمعروف أن نكهة المولت ولونه يرجعان إلى الميلانويدينات Melanoidins وهى مواد ذات أثر حمضى ضعيف وقابلة للذوبان فى الماء وهى الأساس فى تحضير الكرامل Caramel التجارى .

ويتكون مولت الشعير ذو الصفين من المكونات التالية وبالنسب التالية : نشا ٥٨ ، كربوإيدرات ذائبة ١٢ ، هميسليلوز وبكتين ٧ ، بنتوزانات ذائبة صفر ، سليلوز ولجنين ٦ ، بروتين ٧ ، مواد نتروجينية ذائبة ٢,٥ ، دهن ٢ ، تانين ٠,٣ ، رماد ٢,٢ رطوبة ٢ . أما مولت الشعير ذى الستة صفوف فنسب مكوناته المئوية هى : ٥٣ ، ١٠ ، ١٠ ، ١ ، ١٠ ، ٧ ، ٢ ، ٢ ، ٠,٥ ، ٢,٥ ، ٢ وبنفس الترتيب .

ويحضر المولت المحمص roasted malt بتحميص المولت المجفف فى أسطوانات معدنية مسخنة بانتظام فيبدأ التكرمل عند درجة ٤٤٥° فهرنهيت بينما يبدأ التكربن عند درجة ٤٨٠° فهرنهيت . وهذا المولت المحمص الذى قد يعرف باسم المولت الأسود يحتوى على ٣ فى المائة رطوبة ويعطى كل ٣٣٦ رطل منه ٨٤ رطلاً من المستخلص .

ويحضر المولت المتبلر Grystal and caramel malt من المولت الأخضر الغير مجفف بتسخينه على درجة ١٥٠ إلى ١٧٠° فهرنهيت ثم رفع درجة الحرارة تدريجياً خلال ساعتين أو ثلاثة . وتسبب هذه المعاملة الحرارية شبه سيولة للأندوسبرم الذى سرعان مايتحول إلى كتلة متبلورة بعد برودته . وتبلغ نسبة السكريات المختزلة فى هذا المولت ٣٠ إلى ٥٠ فى المائة منسوبة للمادة الجافة ومحسوبة فى صورة ملتوز ، أما نسبة الرطوبة فتبلغ حوالى خمسة فى المائة . وتعطى كل ٣٣٦ رطل من هذا المولت ٨٢,٥ رطلا من المستخلص .

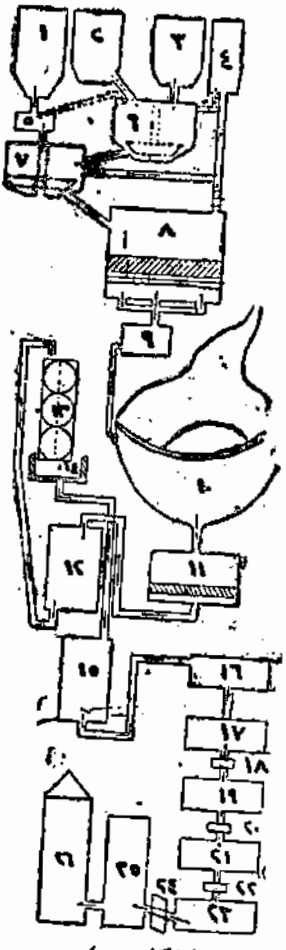
ويتأثر نشاط إنزيمات الأميليز بالمعاملة الحرارية ، فالبيتا أميليز المنتج للسكر يتلف بالتسخين على درجة ٧٠° مئوية لمدة ربع ساعة أو على درجة ٦٥° مئوية لمدة ثلث ساعة .

ويدخل المولت فى كثير من الصناعات بخلاف صناعة البيرة ، مثل صناعة العقاقير والحلوى والبسكويت والخبز والنسيج وأطعمة الأطفال وبديل القهوة وإنتاج الإنزيمات المحللة للبروتينات .

صناعة البيرة :

يمثل الشكل التالى خطوات صناعة البيرة :

١ — صومعة المولت
٢ — صومعة الأرز
٣ — صومعة الذرة
٤ — ماء نقى
٥ — طاحونة
٦ — حوض التسخين بداخله مقلب
٧ — حوض الاستخلاص بداخله مقلب
٨ — حوض التصفية ذو القاع الكاذب
٩ — حوض
١٠ — غلاية
١١ — مصفاة مستخلص حشيشة الدينار ذات القاع الكاذب
١٢ — فنطاس مستخلص المولت الساخن



(شكل ٩٧)
خطوات صناعة البيرة

١٣ – مبرد
١٤ – صينية المبرد
١٥ – ترسيب
١٦ – تخمير
١٧ – فناطيس التخزين
١٨ – ثانى أكسيد الكربون
١٩ – فنطاس تخزين
٢٠ – تبريد
٢١ – فنطاس تخزين
٢٢ – ثانى أكسيد الكربون
٢٣ – فنطاس تخزين
٢٤ – ثانى أكسيد الكربون
٢٥ – فنطاس
٢٦ – تعبئة الزجاجات

تبدأ صناعة البيرة بعمليات تنظيف حبوب الشعير Cleaniog ، ونقعها فى الماء steeping على درجة حرارة ١٣ إلى ٢٠° مئوية لمدة ٤٨ إلى ٦٠ ساعة ، وفرش الحبوب المنقوعة على أرضية غرف الإنبات flooring فى طبقات لايتجاوز سمكها ١,٥ إلى ٢,٥ قدماً لمدة ٩ إلى ١٣ يوماً على درجة حرارة لاتتجاوز ١٥° مئوية مع مراعاة التقليب بانتظام وتوفر التهوية الجيدة . ويلى ذلك إيقاف الإنبات Withering بعد أن يبلغ طول الريشة ثلثى أو ثلاثة أرباع طول الحبة وذلك بتجفيف الحبوب المنبتة على درجة حرارة منخفضة لاتوقف نشاط الإنزيمات حتى تنخفض نسبة الرطوبة إلى خمسة فى المائة . وعادة يجرى التجفيف على مرحلتين الأولى منهما على درجة ٦٠° مئوية لمدة ٢٤ ساعة ، وفيها تنخفض الرطوبة إلى ١٠ أو ١٢ فى المائة والثانية على درجة ٨٠° مئوية لمدة ٢٤ ساعة . وترتفع درجة الحرارة إلى ١٠٥° مئوية فى المرحلة النهائية عند صناعة البيرة الداكنة dark beer التى يستعمل فى صناعتها المولت المتكرمل جزئياً .

ويكبرت المولت بغاز ثانى أكسيد الكبريت لتحسين لونه وقتل الأحياء الدقيقة الملوثة إن وجدت . وهذه العملية يترتب عليها انخفاض رقم pH بما يقرب من ٠,٤ درجة وهذا يشجع نشاط الإنزيمات البروتينية الأمر الذى ينشأ عنه ارتفاع نسبة البروتين القابل للذوبان فى المستخلص بما يقرب من ثلاثين فى المائة .

ويغربل المولت لفصل الجذيرات والقشور ثم يطحن ويخزن لمدة شهرين تقريباً تحدث خلالهما بعض التغيرات الحيوية فى المولت مما يساعد على عدم حدوث ترسيب Haze فى البيرة بعد صناعتها . ويستخدم فى هذه العملية مصاف أسطوانية ذات حدافات داخلية تسبب عند الدوران انفصال الجذايرات والقشور الجافة والشعيرات .

ويستخلص المولت بالماء Mashing مع التسخين على درجة ٣٨ إلى ٥٠° مئوية لمدة تستغرق حوالى ساعة تنشط خلالها الإنزيمات التى سبق إيقافها بعملية التسوية ، بعدها ترفع درجة الحرارة إلى ٦٥ أو ٧٠° مئوية لمدة بضع دقائق ، ثم إلى درجة ٨٠ — ٨٥° مئوية لمدة بضع ثوان لقتل الإنزيمات . وعندما يراد إضافة مواد أخرى كالسكر أو الأرز أو الذرة أو الزمير فتضاف هذه إلى المخلوط قبل رفع درجة الحرارة إلى ٦٥ — ٧٠° . والماء المستعمل قد يكون عادياً أو خاصاً لإنتاج أنواع معينة من البيرة ، كأن يستعمل ماء Burton الذى ترتفع فيه نسبة المواد المسببة للعسر الدائم وتقل نسبة المواد المسببة للعسر المؤقت لصناعة البيرة المعروفة باسم Pale ales والمنتشرة فى بريطانيا ، أو يستعمل ماء Dublin فى صناعة البيرة المعروفة باسم Stout . وهذا يعنى أنه يجب التعرف على نسب الأملاح فى الماء المستعمل فى البيرة لأنها تؤثر تأثيراً واضحاً فى صفات المستخلص خصوصاً كربونات وكبريتات الكالسيوم والمغنسيوم ثم كلوريدات وكربونات وكبريتات الصوديوم والبوتاسيوم. إذ أن الأيونات الناتجة من تأين هذه الأملاح قد تتفاعل مع بعضها ويترتب على التفاعل إرتفاع أو انخفاض الحموضة الفعلية. وهذا التغير فى الحموضة قد يكون مرغوباً أو غير مرغوب . وبعض هذه التفاعلات يؤثر فى لون وثبات البيرة ، كما أن الكلوريدات تؤثر على نكهة البيرة وعلى الهضم . أما عن درجة الحرارة فهى متعلقة برقم pH أيضا إذ يصبح هذا ٦,٢ إلى ٦,٣ فى مستخلص المولت الناتج من استعمال الماء المقطر البارد بينما يكون ٥,٢ إلى ٥,٦ فى حالة استعمال الماء على درجة حرارة ٦٥°

مئوية أو ٤,٨ إلى ٥,٢ فى حالة الاستخلاص على درجة الغليان . وأنسب درجة للحموضة الفعلية هى ٥,٢ لكنه فى هذه الحالة تكون نسبة الكحول منخفضة نسبياً بينما عند pH ٥,٤ تكون نسبة الكحول أعلى ، ويعلل ذلك بازدياد نشاط إنزيم الألفا أميليز عند رقم pH المرتفع . فالحموضة الفعلية تؤثر على النشاط الإنزيمى وعلى مدى ذوبان بعض المكونات فى مسحوق المولت كالصبغات ، والتانينات ، وعلى سرعة انفصال البروتينات المتجمعة . وهذه الأسباب تبرر تأثير الحموضة الفعلية للمستخلص فى كمية المستخلص الناتجة وفى لونه ونكهته وفى ثبات مشروب البيرة . ويحتوى مستخلص المولت المعد لصناعة البيرة pale ales على ٥٤,٤ إلى ٢٠,٤ جزء من كبريتات الكالسيوم فى ١٠٠,٠٠٠ جزء ، ١٢ إلى ٦ جزءاً كبريتات مغنيسوم ، ٥,٩ ٢,٩ جزءاً كلوريد كالسيوم . أما مستخلص البيرة Mild ales فيحتوى على ٢٠,٤ إلى ٦,٨ ، . إلى ٦,٠ ، ١١,٧ إلى ٥,٦ جزءاً من هذه المركبات على التوالى . والبيرة Stouts تحتوى على ٠,٠ إلى ٦,٠ ، ١٧,٥ إلى ١١,٧ ، ١٦,٣ إلى ١١,١ جزءاً بنفس الترتيب . ويمكن أن يقال بوجه عام أنه من الأفضل عدم وجود الكربونات فى المستخلص ، ويساعد على ذلك أن الجزء الأكبر منها يتحلل أثناء الغليان . ويعمل الغليان لمدة طويلة أيضاً على استخلاص التانين والسليكون بدرجة أكبر من قشور المولت وهذا له أثره السيء فى لون ونكهة وثبات البيرة . كذلك يتحلل السكروز أثناء الغليان إلى جلوكوز وفركتوز ، ويتحلل جزء من النشا إلى دكسترينات بفعل إنزيمات الأميليز ويتحلل جزء من البروتينات ومن الألفا والجاما جلوبيولين ، أما نسبة البيتا جلوبيولين فلا تتغير بشكل ملحوظ . لذلك توجد فى المستخلص أحماض أمينية على حالة حرة هى الألانين وحمض الأمينوبيوتريك والأرجينين وحمض الأسبرتيك والسستين وحمض الجلوتاميك والجليسين والهستدين والأيزوليوسين والليسين والمثيونين والبرولين والفينايل ألانين والسيرين والثريونين والتربتوفان والتيروزين . ويوجد مع هذه الأحماض الأمينية الأميدان جلوتامين وأسبرجين .

ويصفى مستخلص المولت لفصل القشور والمواد الصلبة ، ويتخلف عن عملية التصفية lautering تفل البيرة Spent grains التى تستعمل علفاً للماشية وهى تحتوى على ١٠,٨٦ فى المائة رطوبة ، ٣,٨٩ فى المائة رماد ، ٤,٥٤ فى المائة زيت ، ١٦,٨٨ فى المائة ألياف ، ١٤,٣٧ فى المائة بروتين ، ٤٩,٤٦ فى المائة مستخلص خالى من الأزوت . ويطلق على المترشح الإسم wort .

تضاف حشيشة الدينار hops إلى المستخلص ويغلى Copper boiling لاستخلاص بعض مكونات حشيشة الدينار المكسبة لنكهة البيرة ولتركيز المستخلص وخفض رقم pH به قليلاً وتعقيمه وقتل إنزيماته فيثبت تركيب الكربوإيدرات وللتخلص من بعض المواد النتروجينية ولإحداث التكرمل

(شكل ٩٨)
إضافة حشيشة الدينار لمستخلص المولت

فى بعض سكريات المستخلص . وتفيد حشيشة الدينار أيضاً فى منع نمو البكتريا Bacillus بالاشتراك مع الحموضة فى هذا التأثير .

والمواد التى تستخلص من حشيشة الدينار أثناء الغليان هى التانينات والزيوت العطرية والمواد النتروجينية الذائبة فى الماء والمواد الراتنجية والمواد

البكتينية والهميسيليلوزات وفيتامينات ب . هذه المواد الراتنجية هى التى تكسب البيرة طعمها المر المميز . أما الزيوت العطرية فيتطاير تسعون فى المائة منها تقريباً بالغليان لمدة ساعتين . وأهم الزيوت العطرية فى حشيشة الدينار هى :

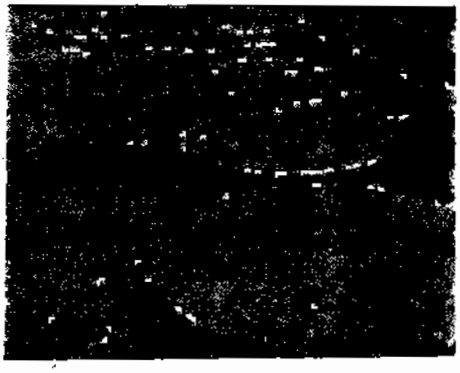
Luparol, Luparenol, Luparone, humulene, Geraniol, Linalool, Myrcene.

وأما المواد النتروجينية المستخلصة من حشيشة الدينار بالغليان فتستعملها الخميرة فى تغذيتها أثناء عملية التخمر . وللتانينات أثرها فى الصناعة إذ أنها تتحد بالبروتينات والبروتيوزات والببتونات فتقلل من ذوبان هذه المواد النتروجينية فى المستخلص . والمركب المسئول عن مرارة البيرة هو humulene الذى يستخلص من حشيشة الدينار . ويساعد على ذوبان المواد المسببة للطعم المر تهوية المستخلص أثناء غليانه .

ويبرد مستخلص المولت وحشيشة الدينار إلى درجة ٢٥° مئوية ثم إلى درجة ٦° مئوية لترسيب البروتينات المتجمعة . ويفضل رج المستخلص لدفع بعض المواد الغروية إلى أن تطفو على السطح أو يمرر فى المستخلص أثناء تبريده فقاعات من غاز الإيدروجين أو من الهواء .

ويلقح مستخلص المولت وحشيشة الدينار بالخميرة pitched with yeast ويترك للتخمر fermentation . والخميرة Saccharomyces cerevisae المضافة تحتوى على اثنين فى المائة من وزنها الجاف شيتين وميوكوبروتين ، ٨ فى المائة جلوكان ، ٢,٥ فى المائة مانان ، ١٠ إلى ٣٠ فى المائة جليكوجين ، ٥ إلى ١١ فى المائة ماء ، ١٤ فى المائة ترهالوز . وهذه الخميرة تمتص السكريات الأحادية القابلة للتخمر إلى داخل خلاياها حيث تتحول بعمليات متعددة إلى كحول وثانى أكسيد الكربون . وتبدأ عملية التخمر باتحاد السكر السداسى بالفوسفات باستنفاذ جزيئين من المركب ATP ثم يتحلل هذا

المركب ثنائى الفوسفات إلى مركبين كل منهما ثلاثى الكربون ينتجان فيما بعد أربعة جزيئات من مركب الأدينوزين ثلاثى الفوسفات ATP . أى أن كل جزئ جلوكوز يتخمر ينتج عنه كسب فى الطاقة قدره جزيئان من مركب الفسوفات الغنى فى الطاقة ، وهو القدر الذى تستفيده الخميرة فى سد احتياجاتها الأخرى . وهناك ناتجات عرضية لعملية التخمر منها كحولات ذات وزن جزيئى مرتفع ككحول الأميل المشابه والنيروزول ك٦ يد١٢ (ا يد) ك يد٥ ك يد٦ أيد ، ومنها ر . ك١ ك١ الذى قد يتحول إلى المركب ر . يدا يد . ك ايد أور . ك١ . ك١١ يد . والمعروف أنه بعد مضى حوالى



(شكل ٩٩)
أحواض تخمير مستخلص المولت

٩٦ ساعة على بدء التخمر يفقد حوالى ٩٠ فى المائة من الأحماض الأمينية وكل المثيونين الموجود فى المستخلص .

والمعروف أيضاً عن الخميرة أنها قادرة على اختزال بعض الألدهيدات الموجودة فى المستخلص محولة إياها إلى كحولات ، كما تحول بعض الكيتونات إلى كحولات وبعض مركبات النتروإلى أمينات . وسلالة الخميرة التى تنمو فى القاع قادرة على اختزال مركبات الكبريت إلى كبريتور إيدروجين . ويزداد نشاط الخميرة بارتفاع نسبة المضاف منها وبارتفاع نسبة السكروبوجود كمية

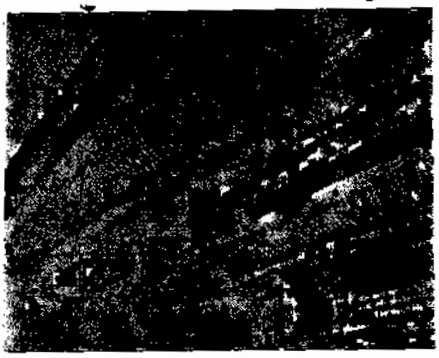
كافية من المواد النتروجينية . ويتوقف النشاط فى وجود المواد السامة مثل النحاس والكادميوم والفضة والزئبق والأزميوم والبلاديوم بتركيز يتراوح بين واحد وعشرة فى المليون ، ومثل الكوبلت والبورون والنيكل والفلور والزرنيخ والقصدير بتركيز حوالى ١٠٠ إلى ٣٥٠ جزءاً فى المليون . ويتأثر النشاط أيضاً بدرجة الحرارة فالسلالة النامية فى القاع تنشط على درجة ٦,٣° مئوية ويتم التخمر فى هذه الحالة خلال أربعة عشر يوماً ، أو على درجة ٩,٢° مئوية لإنجاز التخمر خلال ثمانية أيام . أما فى حالة سلالة الخميرة التى تنمو على السطح فدرجة الحرارة المستعملة عادة تتراوح بين ١٥ إلى ١٧° مئوية . وفى الواقع تتوزع الخميرة داخل المستخلص أثناء فترة التخمر فيوجد بعضها فى القاع والبعض على السطح والبعض داخل السائل ، وهذه الحالة الأخيرة هى الأكثر فعلاً من وجهتى تكاثر الخميرة وإنتاج الكحول . وبتكوين الكحول ينخفض pH المستخلص من ٥,٤ أو خمسة إلى ٤,٢ أو أربعة .

وترسب الخميرة من المستخلص بتبريده إلى درجة ٢° مئوية ، وتفصل الخميرة المترسبة وتخزن الخميرة بعد غسلها وضغطها مغمورة تحت سطح الماء على درجة صفر إلى ٤° مئوية فى حالة سلالة القاع ، أو مغمورة فى البيرة على درجة ٧ إلى ١٠° مئوية فى سلالة السطح . وللتخزين الطويل تخمر الخميرة فى مستخلص المولت وتعبأ فى أوانى تقفل وتخزن على درجة الصفر المئوى لمدة تقرب من خمسة أسابيع .

وتخزن البيرة الناتجة لمدة تقرب من شهرين على درجة حرارة تقرب من الصفر المئوى بقصد تعتيقها ، مع مراعاة تنظيم الضغط داخل الأوانى لمنع حدوث انفجار سببه ضغط ثانى أكسيد الكربون المتولد .

وترشح البيرة لفصل الشوائب والخميرة قبل تعبئتها فى الزجاجات المغسولة

بالماء المضاف إليه صودا كاوية بنسبة ٣ فى المائة ثم بالماء العادى . ويضاف للبيرة غاز ثانى أكسيد الكربون لرفع تركيزه فى الزجاجات إلى نصف فى المائة تقريباً قبل قفل الزجاجات .



(شكل ١٠٠)
جهاز ترشيح البيرة

وتحفظ البيرة ببسترتها على درجة ٦٠° مئوية لمدة ثلث ساعة تقريباً ، مع مراعاة عدم ارتفاع درجة الحرارة كثيراً خوفاً من الإضرار بنكهة البيرة . ويلاحظ أن غاز ثانى أكسيد الكربون المضاف له تأثيراً حافظ أيضاً .

فساد البيرة :

تظهر فى البيرة بعض العيوب الناشئة عن سوء التصنيع كأن تبدو فى البيرة إعكارة haze مرجعها إلى المعادن أو النشا أو حمض الأكساليك أو صموغ حشيشة الدينار أو بعض المواد النتروجينية المتحدة مع التانين والتى تظهر عند تبريد البيرة وتعرف عادة باسم Chill haze . وقد تكون هذه العكارة ناشئة عن تأكسد بعض مكونات البيرة . وهناك عكارة سببها الخميرة أو البكتريا .

ويعرف الفساد البكتريولوجى فى البيرة بظهور حمض اللكتيك أو حمض الخيك أو كبريتور الإيدروجين . وفى حالة ارتفاع درجة الحرارة كثيراً أثناء عملية البسترة يتلف لون البيرة ونكهتها . وقد تساعد الحرارة على أكسدة البروتينات المحتوية على رابطة كبريتية والألبومينات والنيوكليوبروتينات فيؤثر ذلك على لون ونكهة ورغوة البيرة ومدة حفظها .

ويجب المداومة على فحص خامات الصناعة وناتجاتها الوسطية والبيرة نفسها للتأكد من مطابقتها لاشتراطات الجودة . فعلاوة على الاختبارات السابق الإشارة إليها يقدر الجذب السطحى للبيرة وكثافة الرغوة ونسب كل من الحديد والنحاس والتانينات والهواء وثانى أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت والميلانويدينات .

ولما كانت هذه الاختبارات متعددة وتستغرق وقتاً طويلا ، فقد يلجأ فى معظم الأحيان إلى الإكتفاء بالاختبارات الدالة على مدى الحلاوة والمرارة وأكسدة البروتينات وثبات الرغوة . فالاختبارات المتعلقة بالرغوة هى الجذب السطحى وكثافة الرغوة وتوزيع كل من البروتين والسكر . أما الاختبارات المتعلقة بالطعم القابض فهى نسب كب ا ٢ والحديد والنحاس والتانينات والهواء وك ا ٢ والميلانويدينات . ويلاحظ أن هذه المواد توجد عادة فى البيرة ولكن بنسب قليلة يصعب تأثيرها على طعم البيرة ، غير أنها تصبح ظاهرة وذات أثر واضح فى الطعم عند ارتفاع تركيزاتها عن حد معين. فمثلا ٠,٣٥ جزء فى المليون حديد لا تؤثر على طعم البيرة ، ولكن ارتفاع نسبة الحديد إلى ٠,٧٠ جزء فى المليون يعطى للبيرة طعماً مراً ، فإذا ما أزيل من البيرة ٠,٣٥ جزء فى المليون حديد عاد إليها طعمها العادى ثانية . ويوجد كب ا ٢ فى البيرة عادة بنسبة ٣,٥ — ٨ جزء فى المليون وهذه النسبة لا تؤثر على طعم البيرة ، أما فى حالة ارتفاع النسبة إلى ١٦ جزء فى المليون يصبح طعم البيرة قابضاً .

وتؤثر أكسدة البروتينات على مظهر وطعم وحفظ ورغوة البيرة . فقد تتأكسد البروتينات المحتوية على مجموعة – كب – كب – إلى بروتينات ذات وزن جزيئى أعلى ، كما قد تتأكسد الألبومينات إلى نيوكليوبروتينات . ويساعد على الأكسدة الحرارة المرتفعة فى البسترة واتصال البيرة بأوكسيجين الهواء الموجود فى الفراغ العلوى للزجاجة المعبأة بالبيرة . وباستمرار أكسدة البروتين يستمر ظهور الغبش فى البيرة وكذلك يتغير الطعم . لهذا قد يضاف للبيرة أثناء تصنيعها بعض الإنزيمات البروتينية بقصد إطالة مدة حفظها ، غير أنه يلزم تحاشى إضافة كميات كبيرة منها إذ قد تحول هذه كميات زائدة من البروتينات ذات الوزن الجزيئى المرتفع إلى بروتينات ذات وزن جزيئى منخفض ويتبع ذلك انخفاض الجذب السطحى فتضعف الرغوة وتفتقر زجاجة البيرة فى مظهرها .

تشريعات البيرة :

قسمت تشريعات البيرة الأنواع التى تنتج محلياً إلى ثلاثة أقسام تبعاً لنسبة الكحول بها ووزنها النوعى ودرجة تخميرها ونسبة تقيعها وهى البيرة الخفيفة والبيرة المتوسطة والبيرة القوية . ويشترط فى البيرة خلوها من الفلزات السامة والروائح الكريهة والمواد الغريبة والراسب والعكارة والسكارين والسابونين . كما يشترط ألا تزيد حموضة البيرة الكلية عن ٢٧و٠ فى المائة محسوبة فى صورة حامض لبنيك بعد استبعاد الكربون ، وألا تزيد نسبة غاز ثانى أكسيد الكبريت ، وهو المادة الحافظة الوحيدة فى البيرة ، عن سبعين ملليجراماً فى اللتر ، وألا تزيد نسبة المواد النشوية أو السكرية المضافة للشعير عن ثلاثين فى المائة من مجموع الخامات المستعملة فى صناعة البيرة وبشرط عدم إضافة أى مواد مخففة إطلاقاً فى صناعة البيرة التى يطلق عليها الإسم التجارى « بيرة مولت » .

والمواصفات القياسية للبيرة المصرية هى :

١ – يجوز أن يستخدم فى صناعة البيرة حبوب أخرى غير الشعير كالأرز وغيره من المواد النشوية أو السكرية بحيث لا تزيد هذه المواد المضافة عن ٣٠٪ من مجموع المواد الأولية المستخدمة فى تحضير النقيع .

٢ – لايجوز أن تطلق تسمية بيرة مولت إلا على البيرة التى تحضر من مولت الشعير الخالص بدون استخدام النشويات أو السكريات الأخرى .

٣ – يجب أن تكون البيرة ذات طعم ورائحة مقبولين طبيعيين وأن تكون خالية من الروائح والمواد الغريبة وكذا من العكارة والرواسب والمواد العالقة .

٤ – لايجوز أن تحتوى البيرة على مادة حافظة سوى ثانى أكسيد الكبريت بشرط ألا تزيد نسبة ما يوجد منه عن ٧٠ ملليجرام فى اللتر .

٥ – يجب أن تكون البيرة خالية من الفلزات السامة والسكارين والسابونين وأى مادة أخرى غريبة أو ضارة بالصحة .

٦ – يجب ألا تزيد الحموضة الكلية بالبيرة عن ٠,٢٧٪ محتسبة كحامض لبنيك بعد استبعاد ثانى أكسيد الكربون .

٧ – تصنف البيرة كما يلى :

(ا) بيرة خفيفة : وهى التى لا يقل مقدار نقيعها الأصلى عن ٩٪ بالوزن ونسبة الكحول لا تقل عن ٢,٥٪ والوزن النوعى قبل التخمير لا يقل عن ١,٠٣٦٣ .

(ب) بيرة متوسطة : أو ما تسمى تجارياً بيرة التصدير أو الحفظ ، ويجب ألا يقل مقدار نقيعها الأصلى عن ١٢٪ بالوزن ونسبة الكحول فيها

لا تقل عن ٣٪ بالوزن ودرجة تخميرها لا تقل عن ٥٠٪ ولا يقل وزنها النوعى قبل التخمير عن ١,٠٤٨٨ .

(ج) برة قوية : وهى المعروفة تجارياً باسم Double Malt ويجب ألا يقل مقدار نقيعها الأصلى عن ١٦٪ بالوزن — ونسبة الكحول فيها لا يقل عن ٣,٥٪ ودرجة تخميرها لا تقل عن ٤٤٪ ولايقل وزنها النوعى قبل التخمير عن ١,٠٦٥٧ .