بعض التغيرات البيوكيماوية أثناء تخليل الجزر

للدكتور أحمد محمود عليان والدكتور أحمد بهى الدين شاهين والمهندس الزراعى عانى مندور

المقدمة

تعتبر طريقة التخليل باستعمال ملح الطعام من أقدم الطرق المستعملة لحفظ كثير من أنواع الخضروات والفاكهة وتنتشر صناعة التخليل فى الجمهورية العربية المتحدة بكثرة ، غير أن القائمين بها فئة من الناس يتوارثونها معتمدين فى ذلك على الخبرة ومبتعدين عن أى أساس علمى لهذه الصناعة ، بالرغم من أنها تعتبر من الصناعات الميكروبية الهامة فى معظم بلدان العالم والتى نالت الكثير من الأبحاث العلمية فى تلك البلاد .

وقد اتجهت النية حديثاً فى الجمهورية العربية المتحدة إلى إقامة هذه الصناعة على أساس علمى سليم مع اختيار أنسب الأصناف صلاحية للتخليل ، كما اتجهت النية إلى توسيع المصانع الحالية وإدخال الأسس العلمية عليها بما يكفل للمستهلك :انتاجاً جيداً وكافياً للاستهلاك والتصدير إلى البلاد الشرقية التى تتطلب مثل هذه الأصناف .

وقد أجرى هذا البحث لمعرفة بعض التغيرات البيوكيماوية التى تحدث للخضروات والمخاليل الملحية أثناء التخليل عند استخدام تركيزات مختلفة من الملح . واختير لهذا الغرض الجزر الأصفر من صنف Chantenay لإجراء هذه الدراسات عليه .

البحوث والدراسات السابقة

قام Jones and Etchells (١٩٤٣) باختبار تأثير ثلاثة تركيزات مختلفة من الملح على سير التخمر فى الخيار مستعملين تركيزات ٢٠ ، ٤٠ ، ٦٠ سالوميتر . فى حالة تركيز ٢٠ سالوميتر بدىء بهذا التركيز وحوفظ عليه لمدة أسبوع ورفع

* الدكتور احمد محمود عليان : مدرس بكلية الزراعة قسم علوم وتكنولوجيا الاغذية ، جامعة القاهرة .
* الدكتور أحمد بهى الدين شاهين : أستاذ مساعد بكلية الزراعة ، جامعة الازهر .
* المهندس الزراعى عانى مندور : بمعهد التغذية بوزارة الصحة .

١٠ سالوميتر فى كل أسبوع بعد ذلك حتى وصل إلى ٦٠ سالوميتر بعد أربعة أسابيع . وفى حالة تركيز ٤٠ سالوميتر بدىء بهذا التركيز ثم حوفظ عليه لمدة أسبوع ، ورفع ٥٠ سالوميتر بعد ذلك حتى وصل إلى ٦٠ سالوميتر بعد أربعة أسابيع . وفى حالة ٦٠ سالوميتر بدىء بهذا التركيز وحوفظ عليه باستمرار . ثم درست التغيرات التى تحدث للسكر والحمض والغاز فى هذه المعاملات الثلاث . وفيما يختص بالسكر فقد وجد أنه فى حالة البدء بمحلول ٢٠ سالوميتر يبدأ السكر فى الظهور فى محلول التخليل Brine بسرعة أكثر منه فى حالتى ٤٠ و٦٠ سالوميتر. كما اتضح أن ظهور السكر يستغرق وقتاً أطول فى حالة محلول ٦٠ سالوميتر ، غير أن كمية السكر فى النهاية فى مثل هذا المحلول تكون مرتفعة ، أى أن كمية السكر تزداد بزيادة تركيز الملح . وفيما يختص بالحمض ، وهو المقدر على أساس حامض اللاكتيك الناتج بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك، فإنه يصل إلى أقصاه ، وقد كان ٠,٧ ٪ بعد ثمانية أيام فى محلول ٢٠ سالوميتر ، بينما يصل إلى حده الأقصى وهو ٠,٤ ٪ بعد ١٤ يوماً فى محلول ٤٠ سالوميتر ، ويصل إلى ٠,١٨ ٪ بعد ٢٨ يوماً فى محلول ٦٠ سالوميتر ، مما يدل على أن التركيز المرتفع للملح يؤثر على نشاط ونمو البكتريا المسئولة عن إنتاج الأحماض . كما وجد أن كمية غاز ثانى أكسيد الكربون تكون كبيرة فى حالة المحاليل الملحية مرتفعة التركيز ، عنها فى حالة المحاليل الملحية منخفضة التركيز ، وأن تكوين الغاز فى محلولى ٤٠ و٦٠ سالوميتر ينتج على مرحلتين ، المرحلة الأولى : يرجع فيها إنتاج الغاز إلى البكتريا Gas forming Bacteria ويتكون من الأيدروجين وثانى أكسيد الكربون ، بينما فى المرحلة الثانية يرجع إنتاج الغاز إلى الخميرة ويتكون أساساً من ثانى أكسيد الكربون . وعندما بدىء التخليل بمحلول ٢٠ سالوميتر فقد وجد أن الحامض يبدأ فى الظهور عندما يصل السكر إلى الحد الأعلى ثم يستمر فى الارتفاع إلى حد معين ، حيث يبدأ فى الانخفاض نتيجة للأكسدة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة الأخرى. أما بالنسبة لتركيز أيون الأيدروجين أو درجة الـ pH فتنخفض فى الابتداء ثم تبدأ فى الارتفاع ثم تنخفض مرة أخرى ثم تثبت على درجة حوالى ٣,٨ ، وبالنسبة للغاز فإنه يبدأ فى الارتفاع حتى حد معين ثم يثبت عند ذلك.

وقد أظهرت أبحاث Fabian (١٩٥١) أن كمية الملح التى تتخلل أنسجة

الخيار المخلل تتأثر بدرجة تركيز الملح وحجم الخيار وكذلك بنسبة المحلول الملحى فى الخيار .

كذلك درس Veldhuis ومساعدوه (١٩٤١) تأثير إضافة السكروز المحلول الملحى المخلل ووجد أن إضافة السكروز عند بدء أو خلال التخمر يؤدى إلى زيادة فى أعداد الأحياء الدقيقة المنتجة للحموضة : غير أن إضافة السكروز فى نهاية التخمر فإنه لم يحدث أى تأثير .

ومن أبحاث Pederson (١٩٤٩) عن تأثير الملح على التغيرات الميكروبيولوجية والكيماوية فى تخمر الخيار تبين أن البكتريا الهوائية مثل أنواع Pseudomonas, Achromobacter, Flavobacterium ظهرت فى بداية التخمر وثبط نموها بعد ذلك ، كما وجد أن البكتريا من نوع Lactic acid bacteria هى المسئولة أساسا عن إنتاج حامض اللاكتيك وعن معظم التغيرات التى تحدث فى المخلل .

وقد لاحظ Comillo et al (١٩٤٢) بعض التغيرات التى تحدث على الخيار أثناء التخليل حيث وجد أن هناك زيادة فى المواد الصلبة الكلية يقابلها انخفاض فى كل من الرطوبة والبروتينات وكذلك فى عناصر الكالسيوم والفوسفور والحديد . كما لاحظوا حدوث تحلل للكربوهيدرات البسيطة خلال الأربعة أيام الأولى من بدء عملية التخليل وكذا حدوث فقد فى بعض الفيتامينات قد يصل لنصف كميتها بعد مرور ستة أسابيع من التخليل كما فى حالة الريبوفلافين وحامض الأسكوربيك ، فى حين أنه لوحظ زيادة فى كمية الكاروتين بالخيار المخلل .

وهناك طريقتان للتخليل : الطريقة البطيئة والطريقة السريعة (Prescott and Dunn ١٩٥٩) .

ودرس التابعى وصدقى وسليمان (١٩٥٩) العوامل التى تؤثر على تخمر الخيار أثناء تخليله ، أما الميكروبات الملوثة فى صناعة التخليل فقد درسها عمر فودة (١٩٤٨) حيث درس خواص بكتريا Aerobacter فى حين أن الخمائر الملوثة قامت بعزلها وتصنيفها فريال الراشمى (١٩٦٠) .

المواد والطرق المستعملة

اختير لهذا البحث صنف الجزر الأصفر من صنف Chantenay وأجرى التخليل بتركيز ٢٠و٤٠و٦٠ سالوميتر ، وأجريت بعض الاختبارات الكيماوية

لمعرفة التغيرات التى تحدث فى درجة الـ pH والحموضة الكلية فى المحلول الملحى أثناء مراحل التخليل المختلفة ، كما قدرت نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون المتصاعد أثناء عملية التخليل ، وكذلك نسبة الرماد فى الخامة المستعملة قبل التخليل وبعده.

(١) طريقة التخليل : استعملت طريقة Jones and Etchells (١٩٤٣) فى هذا البحث

(٢) تقدير درجة تركيز الأيون الأيدروجينى (pH) : تم هذا التقدير باستعمال عينات من المحلول الملحى على فترات ثابتة ، ثم قيست الحموضة فيها بواسطة جهاز pH Meter Type : op 201/1

(٣) الحموضة الكلية Total acidity : قدرت الحموضة الكلية بمعادلة أحجام معلومة من المحاليل الملحية المخلل بأحجام من الصودا الكاوية معلومة القوة مع استعمال الفينولفثالين كدليل ، وأوضحت النتائج على أساس عدد الجرامات من الحامض فى اللتر مقدرة على أساس حامض اللاكتيك .

(٤) تقدير الرماد : تم هذا التقدير طبقاً للطريقة المعتمدة فى A.O.A.C. (١٩٦٠) .

(٥) تقدير غاز ثانى أكسيد الكربون : وقد قدر الغاز بامتصاصه فى محلول الصودا الكاوية والتى تم بمعادلتها بواسطة حامض معلوم القوة Veldhuis et al (١٩٣٩) .

النتائج والمناقشة

أولا — تقدير درجة تركيز الأيون الأيدروجينى pH :

يبين جدول (١) درجة تركيز أيون الأيدروجين للمحاليل الملحية المختلفة.

ويتضح من ذلك الجدول انخفاض درجة الـ pH فترة مبكرة من التخليل كنتيجة لنشاط الأحياء الدقيقة وتكوين حامض اللاكتيك، غير أن هذا الانخفاض يتبعه ارتفاع فى درجة الـ pH فى مرحلة متوسطة من التخليل بالنسبة لجميع التركيزات الموضحة ثم تبع ذلك انخفاض الـ pH حيث ثبت فى نهاية المدة دون فروق واضحة من تركيزات الملح المختلفة. وتتفق هذه النتائج مع ما وجده Jones and Etchells

جدول (١) : درجة تركيز أيون الأيدروجين pH للمحاليل الملحية المختلفة

المدة باليوم	تركيز المحاليل الملحية		
	٢٠ سالوميتر	٤٠ سالوميتر	٦٠ سالوميتر
بدء العملية	٧٫٠	٧٫٠	٧٫٠
٢	٥٫٢	٥٫٨	٥٫٠
٦	٥٫١	٥٫٢	٥٫٥
٨	٤٫٦	٣٫٥	٥٫٧
١٠	٥٫٨	٣٫٨	٣٫٢
١٣	٥٫٤	٣٫٤	٣٫٥
١٥	٣٫٩	٤٫١	٥٫٠
١٨	٣٫١	٢٫٩	٣٫٣
٢١	٣٫٣	٣٫٢	٣٫٤
٢٥	٣٫٣	٣٫٠	٣٫٠
٢٨	٣٫١	٣٫٨	٣٫٠

(١٩٤٣) إذ وجدا أن درجة الـ pH تنخفض فى الابتداء ثم تبدأ فى الارتفاع مرة أخرى ثم تنخفض ثانية وتثبت عند درجة معينة حوالى ٣٫٨ .

ثانيا — الحموضة الكلية :

ويبين الجدول الآتى (جدول ٢) عدد جرامات حامض اللاكتيك فى اللتر للمحاليل الملحية المختلفة .

ويتضح من هذا الجدول ارتفاع الحموضة فى الأيام الأولى من عمليه تخليل الجزر ، ويستمر هذا الارتفاع فى الحموضة إلى أن يصل إلى أقصاه فى مدة ١٦ يوماً بالنسبة لتركيز ٢٠ سالوميتر . أما بالنسبة لتركيز ٦٠ سالوميتر فمع أن الحموضة مستمرة فى الزيادة بزيادة مدة التخليل إلا أن الحموضة الكلية النهائية تقل عن الحموضة الكلية بالنسبة لتركيزى ٢٠ و ٤٠ سالوميتر . وتتفق هذه النتائج

جدول (٢) : عدد جرامات حامض اللاكتيك فى اللتر المحاليل الملحية المختلفة.

المدة باليوم	تركيز المحاليل الملحية		
	٢٠ سالوميتر	٤٠ سالوميتر	٦٠ سالوميتر
٤	١،٢١	٠،٩٧	٠،٩٣
٦	١،٦٠	٠،٤٦	٠،٤٦
٨	٢،٧٣	٢،٧٣	٠،٦٦
١١	٧،٤٢	٧،٤٢	٠،٧٨
١٣	٧،٩٥	٧،٧٢	١،١٩
١٦	٧،٨٧	٦،٣٢	١،١٤
١٩	٦،٧٢	٦،٣٧	١،١٩
٢٣	٦،٦٠	٥،٦٠	٣،٥٧
٢٥	٥،٥٣	٥،٩٧	٣،٣٢

مع ما حصل عليه Jones and Etchells (١٩٤٣) عند تخليل الخيار، ويمكن إرجاع ذلك إلى نشاط الأحياء الدقيقة المنتجة للحموضة فى بداية عملية التخليل واستمرارها فى النشاط حيث تصل نسبة الحامض إلى أقصاه، غير أن إنتاج الحامض بكمية كبيرة يثبط نشاط الأحياء الدقيقة المنتجة له بالإضافة إلى أنه يجعل البيئة صالحة لنمو الخميرة.

أما بالنسبة لانخفاض كمية الحمض الكلية فى تركيز ٦٠ سالوميتر عنه فى التركيزين الآخرين فإنه يمكن إرجاعه إلى أن التركيز العالى من الملح يحد من نشاط الأحياء الدقيقة المسئولة عن إنتاج الحموضة.

ثالثا — تقدير غاز ثانى أكسيد الكربون :

يبين جدول (٣) مقدار غاز ثانى أكسيد الكربون المتصاعد بالمليلترات فى اللتر المحاليل الملحية المختلفة.

جدول (٣) : غاز ثانى أكسيد الكربون المتصاعد بالمليلترات
فى اللتر للمحاليل الملحية المختلفة

المدة باليوم	تركيز المحاليل الملحية		
	٢٠ سالوميتر	٤٠ سالوميتر	٦٠ سالوميتر
٢	—	—	٥٤٫٩
٤	٢٤٫٧	٧٣٫١	٦٨٫٥
٦	٣٦٫٥	٧٨٫٠	٦٧٫١
٨	٢٢٫٨	٨٥٫٤	٤٨٫٧
١٠	٤٢٫٩	١٣٣٫٠	٣٤٫١
١٢	٦٧٫١	١٠٩٫٨	٥٠٫٢
١٥	٢٧٫٤	٦٦٫٧	٩٧٫٦
١٧	٥٤٫٩	١٥٠٫٦	٤٨٫٨
٢٠	٥٤٫٩	١٤٦٫٦	٤٢٫٧
٢٣	٢٨٫٥	١١٨٫٨	٧٩٫٢
٢٧	٥٩٫٤	٤٤٫٥	٩٠٫٢
٢٩	—	—	٨٢٫٦

ويتضح من هذا الجدول انخفاض كمية الغاز المتصاعد فى حالة استخدام التركيز المنخفض من الملح (٢٠ سالوميتر) إذ بلغ أقصى كمية الغاز ٦٧٫١ مليلتر عند ١٢ يوما من التخليل ، بينما بلغ أقصى كمية للغاز فى حالة ٤٠ سالوميتر ١٥٠٫٦ مليلتر من الغاز بعد ١٧ يوما من التخليل . كذلك يتضح من الجدول أن كمية الغاز فى حالة ٤٠ سالوميتر ، أعلى منها بصفة عامة من حالة ٢٠ سالوميتر ، حيث تصل معظم القراءات لأكثر من الضعف عند نفس مدد التخليل . أما فى حالة ٦٠ سالوميتر فيلاحظ أن كميات الغاز كانت أقل بصفة عامة من مثيلاتها

فى حالة ٤٠ سالوميتر وأكثر منها فى حالة ٢٠ سالوميتر . ويمكن تعليل انخفاض كمية الغاز فى حالة التركيز المنخفض من الملح بأن هذا التركيز يناسب نشاط ونمو بكتريا حامض اللاكتيك التى تقوم بتحويل السكريات إلى الحامض فى فترة مبكرة من التخليل ، الأمر الذى يحد من نشاط الخميرة المسئولة أساسا عن تكوين كميات كبيرة من الغاز . ويتفق ذلك مع ما سبق توضيحه فى الجدول (٢) الخاص بالحموضة إذ كانت نسبة حامض اللاكتيك فى تركيز ٢٠ سالوميتر أعلى من مثيلاتها فى تركيزى ٤٠ و ٦٠ سالوميتر .

أما فى حالة ٤٠ سالوميتر فيمكن تعليل زيادة كمية الغاز المتكون إلى أن هذا التركيز من الملح أقل مناسبة لنمو بكتريا حامض اللاكتيك مما ساعد على نشاط الخميرة وإنتاج الغاز بكميات كبيرة . أما فى حالة ٦٠ سالوميتر فإن انخفاض كمية الغاز المتكون يمكن تعليله بأن هذا التركيز المرتفع من الملح يثبط نشاط الخميرة . وقد سبق أن اتضح من الجدول (٢) أن هذا التركيز يثبط أيضا نشاط بكتريا حامض اللاكتيك بدليل تكوين كميات منخفضة من الحامض . وتتفق هذه النتائج مع ما حصل عليه Jones and Etchells (١٩٤٣) من حيث تأثير التركيزات المختلفة من الملح على تكوين كل من الحامض والغاز .

رابعا — تقدير الرماد :

يوضح جدول (٤) كمية الرماد فى الجزر :

جدول (٤) : كمية الرماد فى الجزر

وقت إجراء التجربة	٪ للرماد
قبل التخليل	١,١٥
بعد التخليل بـ ١٠ أيام	٢,٢٩
بعد التخليل بـ ٢٠ يوما	٣,٢٣
بعد التخليل بـ ٥٥ يوما	٥,١٩

وتلاحظ زيادة الرماد تدريجيا أثناء تخليل الجزر حيث تضاعفت عدة مرات عما كانت عليه قبل التخليل ، ويعلل ذلك بزيادة الملح فيه هذا بالرغم من انخفاض بعض العناصر فى بعض المخللات كما سبق أن ذكر Camillo et al (١٩٤٢) عن انخفاض نسبة كل من الكالسيوم والفوسفور والحديد فى الخيار المخلل .

الملخص

(١) أجرى هذا البحث بغرض دراسة التغيرات البيوكيماوية التى تحدث فى المحاليل الملحية المختلفة التركيز أثناء تخليل الجزر الأصفر من صنف Chantenay (٢٠، ٤٠، ٦٠ سالوميتر) حيث تم تقدير التغيرات التى تحدث بالنسبة لدرجة الـpH والحموضة الكلية مقدرة على أساس حامض اللاكتيك وكمية غاز ثانى أكسيد الكربون والرماد على مراحل مختلفة من التخليل على مدى شهر .

(٢) اتضح من تغيرات درجة الـpH انخفاضها من درجة التعادل فى بداية عملية التخليل ، ثم لوحظ تذبذبها إلى أن وصلت إلى مايقرب من درجة pH ٣ فى التركيزات الثلاثة المختلفة .

(٣) توجد علاقة عكسية بين كمية حامض اللاكتيك المتكون وبين تركيز الملح المستخدم حيث إنه اتضح تكوين كميات مرتفعة نسبيا من الحامض فى تركيز ٢٠ سالوميتر و ٤٠ سالوميتر عنها فى تركيز ٦٠ سالوميتر ، ويمكن تعليل ذلك بأن النسب المنخفضة من الملح تناسب نشاط بكتريا حامض اللاكتيك .

(٤) تكون كميات كبيرة نسبيا من غاز ثانى أكسيد الكربون عند استخدام التركيز المتوسط من الملح (٤٠ سالوميتر) عنه فى حالة ٦٠ سالوميتر ، أما فى حالة استخدام ٢٠ سالوميتر فكانت كمية الغاز أقل بدرجة واضحة من التركيزات الأعلى ، ويعزى ذلك لنشاط الخميرة المسئولة أساسا عن تكوين الغاز فى التركيزات المرتفعة نسبياً من الملح .

(٥) تزداد نسبة الرماد فى الجزر المخلل أثناء فترة التخليل وذلك نتيجة امتصاص الأنسجة للملح .

* * *

المراجع

(1) Association of Official Agricultural Chemists (1960) Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, 9th ed.

(2) Camillo, L.J., C.A. Hoppert, and F.W. Fabian (1942) Food Res., 7: 339-353.

(3) El-Hashimy, Ferial S.A. (1960) Some yeast types found in brined vegetables. M.Sc. Thesis, Cairo Univ.

(4) Fabian, F.W. (1950) Food Packer, 31: 23.

(5) Foda, I.O. (1948) Some characteristics of salt tolerant strains of Aerobacter. M.Sc. Thesis, Univ. Calif.

(6) Jones, I.D., and J.L. Etchells (1943) Food Indus., 15: 62-64.

(7) Prescott, and C.G. Dunn (1959) Industrial Microbiology. New York: McGraw-Hill Book Co.

(8) Tabey Shehata, A.M., A. Sedky, and F. Soliman (1958) Alex. Jour. Agric. Res., 6: 171-187.

(9) Veldhuis, M.K., and I.D. Jones (1941) Food Indus., 13(10): 54-56, 13(11): 48-50.

(10) Veldhuis, M.K., and J.L. Etchells (1939) Food Res., 4: 621-630.

* * *