تأثير إنزيم ألفا - أميليز البكتيري على الصفات الكيماوية والطبيعية لحبيبات نشا الأرز

للمهندس الزراعي محمد الحسيني توفيق والدكتور رسمي محمد عطية

المقدمة

يعتبر التدرج السريع للون مركب اليود مع النشا (من الأزرق إلى البنفسجي إلى الأصفر) من أهم الصفات المميزة لفعل أنزيم ألفا ــ أميليز على النشا والتي يمكن تقديرها . وفي كثير من الصناعات الغذائية المختلفة المستخدم فيها النشا تظهر خاصية غير مرغوبة تعرف باسم Set-back يترتب على ظهورها ظاهرة البيات في الخبز Staling ، كما أنها تؤثر على قوام الكثير من المواد الغذائية المحفوظة في العلب . وعند استعمال النشا كمادة مخانة Thickener ، أو كمادة مالئة Filler فإنه يجب مراعاة عدم ظهور خاصية Set-back ، ويتم التخلص من هذه الظاهرة غير المرغوبة بتحويل حالة الجيل gel الصلبة لعجينة النشا العادية إلى حالة أكثر سيولة ، وذات ثخانة مرغوبة ، وذلك باستخدام أنزيم ألفا ــ أميليز .

البحوث والدراسات السابقة

أوضح Blom, Braae and Bak, (١٩٣٨) أن التحليل المائي للنشا بفعل ألفا ــ أميليز البكتيري يمر بعدة مراحل يعطي كل منها لونا مميزا مع محلول اليود، كما أوضح Radley (١٩٥٤) أن الدكسترينات الناتجة من التحليل المائي للنشا بفعل ألفا ــ أميليز تختلف في درجة تعقيدها وذوبانها في السوائل الباردة والساخنة ، وأن الأميلودكسترين وأرثيرو دكسترين (ناتجي الانحلال للنشا) لهما قابلية للذوبان وقوة اختزال ضعيفة ووزن جزيئي مرتفع ودرجة دوران ضوئية مرتفعة ، في حين أن الأكرو دكسترين والمالتو دكسترين (ناتجي انحلال النشا الأقل تعقيدا)

● المهندس الزراعي محمد الحسيني توفيق : باحث بقسم تكنولوجيا المحاصيل ، بوزارة الزراعة .

● الدكتور رسمي محمد عطية : رئيس بحوث بقسم ميكروبيولوجيا الاراضي ، بوزارة الزراعة .

لهما قابلية للذوبان فى السوائل وقدرة اختزالية عالية ، كما لهما وزن جزيئى منخفض ودرجة دوران ضوئية منخفضة ، وذكر أن جميع هذه النواتج هيجروسكوبية وتتخمر ببطء أو لا تتخمر بفعل الخميرة . كما قام Nordin and Kim (١٩٦٠) بدراسات على تأثير أنزيمات الأميليز على حبيبات النشا المستخرجة من الذرة الرفيعة ، وقد قدرا الجهد الكهربى لليود عند إضافته للنشا المعامل بألفا — أميليز اللعاب ، والنشا المعامل بأنزيم الأميليز المستخرج من الذرة الرفيعة ، هذا بالإضافة إلى النشا غير المعامل .

وأجريت هذه الدراسة لمعرفة مدى تأثير إضافات معينة من ألفا — أميليز البكتيرى على نسبة تركيز الأميلوز فى حبيبات النشا تحت ظروف الأميلوجراف/فسكوجراف ، ومدى تأثير هذه النسبة على ظاهرة الـ Set-back غير المرغوبة فى كثير من الصناعات الغذائية التى يستخدم فيها النشا كمادة مالئة .

المواد والطرق المستعملة

استخدم فى هذه الدراسة أنزيم ألفا — أميليز البكتيرى النقى الجاف طبقا للطريقة التى اتبعها طه ومحمود وعطية (١٩٦٧) واستخدم النشا المستخرج من حبوب الأرز حسب طريقة Dwonch et al. (١٩٥١) .

وأضيفت التركيزات الآتية من الأنزيم على نشا الأرز فى جهاز الأميلوجراف / فسكوجراف بواقع ٠,٤ ، ٢ ، ٨ ، ١٢ ، ٤٠ وحدة SKB لكل ٤٠ جراماً نشا من كل من المعاملات السابقة ، ثم جفف كل ناتج من نواتج التحلل .

التحليلات الكيميائية :

استعملت طريقة Schoch (١٩٤١) فى فصل الأميلوز والأميلوبكتين من نشا الأرز المستخرج من الحبوب ، كما استعملت طريقة Kerr (١٩٥١) فى عمل المنحنى القياسى لنسب الأميلوز والأميلوبكتين باستخدام الكثافة الضوئية (جدول ١ ، شكل ١) ، واستعمل جهاز Dr. Lange photo-electric colorimeter مع استعمال المرشح الأحمر (690 mμ) فى قراءات الكثافة الضوئية .

جدول (١)

الكثافة الضوئية لمخاليط قياسية لكل من الأميلوز والأميلوبكتين

الأميلوز %	الأميلوبكتين %	الكثافة الضوئية
صفر	١٠٠	٠٫١٢
١٠	٩٠	٠٫٢٤
٢٠	٨٠	٠٫٣٧
٣٠	٧٠	٠٫٣٨
٤٠	٦٠	٠٫٥٩
٥٠	٥٠	٠٫٧٢
٦٠	٤٠	٠٫٨٤
٧٠	٣٠	٠٫٩٦
٨٠	٢٠	١٫٠٨
٩٠	١٠	١٫٢١
١٠٠	صفر	١٫٣٢

تقدير الأميلوز فى حبيبات النشا غير المعاملة والمعاملة بالانزيم :

قدرت نسب تركيز الأميلوز فى حبيبات النشا غير المعاملة بالانزيم ونسبة تركيزها فى الحبيبات المعاملة بالانزيم حسب طريقة Kerr (١٩٥١) .

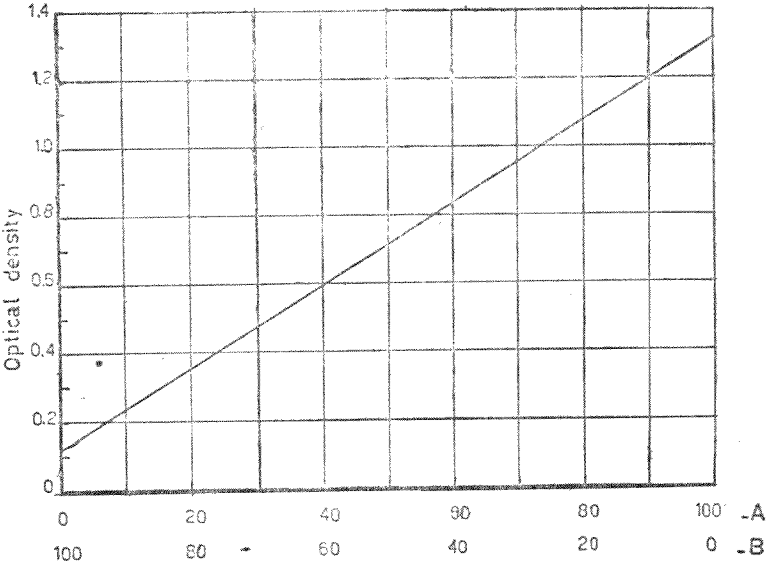
النتائج ومناقشتها

يحتوى النشا العادى على المكونين الآتيين :

(أ) الأميلوز ذو السلاسل المستقيمة الطويلة ذات الميل الشديد للاندماج باليود وإعطاء اللون الأزرق الغامق .

(ب) الأميلوبكتين ذو السلاسل المتفرعة وله قابلية ضعيفة للاندماج باليود ويعطى اللون المحمر .

وبالرغم من قلة كمية الأميلوز بالنسبة للأميلوبكتين (١٥ — ٢٠٪) فى النشا العادى، إلا أنها المسئول عن إعطاء اللون الأزرق . ويتكون الأميلوز من وحدات



شكل (١) : يبين الكثافة الضوئية لمخاليط قياسية من (A) جزيئات الاميلوز و(B) الاميلو بكتين النقية لنشا الارز ، واستخدم هذا المنحنى القياسى فى تقدير الاميلوز فى حديبات النشا المعاملة وغير المعاملة .

متكررة من الجلكوز الأندريدية المتصلة فيما بينها بالروابط ألفا ــ ١ ــ ٤ الجليكوزيدية . ويبلغ طول السلسلة الواحدة حوالى ٣٠٠ وحــــدة جلكوز أندريدية ، وتلتف هذه الوحدات على هيئة لفات حلزونية عديدة (٦ وحدات فى كل لفة)، وتتجه بجاميع الأيدروكسيل لذرات الكربون ٢ ، ٣ ، ٦ لخارج هذه اللفات بينما تترتب ذرات الأيدروجين الموجودة على الروابط الجليكوزيدية لوحدات الجلكوز الأندريدية المكونة للفة الواحدة ، وتظهر داخليا عبر مركز كل لفة وبذلك يتكون مركب هيدروكربونى على طول لفات السلسلة، ثم تجذب جزيئات اليود وتدخل مركز كل لفة من اللفات الحلزونية وتندمج مع ذرات الأيدروجين المكونة لها ، وبذلك تترتب جزيئات اليود على طول محور اللفات المكونة لطول سلسلة الاميلوز .

وتلعب بعض الدراسات الطبيعية ــ منها أشعة اكس ، والازوجة ، وقوة الطرد المركزى العالية ــ فى تأكيد هذا التركيب الحلزونى وقد وجد من دراسات أشعة إكس أن الأبعاد الداخلية لكل لفة يبلغ حوالى ٥ أنجستروم ، وعلى

ذلك يمكن لجزىءاليود أن يستقر ويندمج داخل كل لفةمع عشر ذرات من الأيدروجين الخاصة بالروابط الجليكوزيدية (شكل ٢) .

وعلى ذلك فأى تكسير لهذه الروابط الجليكوزيدية على طول سلاسل الأميلوز — سواء أكان ذلك عن طريق الانزيم أو كان بفعل الحامض — يقلل من كثافة اللون الأزرق ، ومن ثم فإنه يمكن تتبع تحلل مكونات النشا الناتجه من التحليل المائى - بعد معاملته بأنزيم ألفا - أميليز البكتيرى - وذلك بإضافة محلول اليود إلى هذه المكونات .

والنتائج المدونة فى جدول (٢) توضح تأثير ألفا - أميليز البكتيرى على كثافة اللون الأزرق لكل ناتج من نواتج التحليل .

جدول (٢)

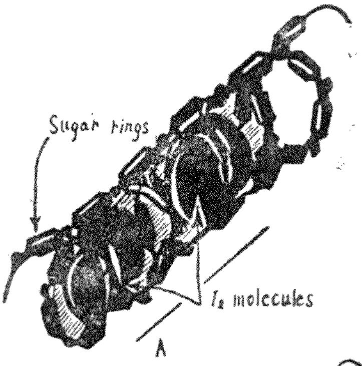
تأثير الإضافات المختلفة من أنزيم ألفا — أميليز البكتيرى على كثافة اللون الأزرق لكل ناتج من نواتج التحليل (نتائج عدة تكرارات)

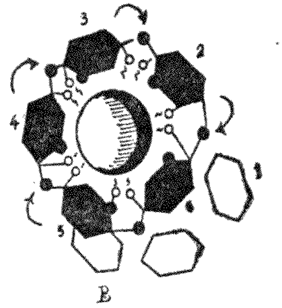
تركيز الانزيم	الكثافة الضوئية	لون النشا مع اليود	نسبة تركيز الأميلوز
			٪
صفر	٠,٢٩	أزرق	١٥,٠
٠,٤	٠,٣٢	«	١٦,٠
٢,٠	٠,٢٩	«	١٥,٠
٨,٠	٠,٢٧	أزرق فاتح نوعا	١٢,٥
١٢,٠	٠,٢٥	أزرق فاتح	١٠,٠
٤٠,٠	٠,١٢	محمر	صفر

ويتضح من جدول (٢) أن نشا الأرز غير المعامل بالانزيم (الأم) له قيمة يودية قدرها (٠,٢٩) مقاسة على أساس الكثافة الضوئية ، وعلى ذلك فتكون نسبة الأميلوز فى هذا النشا هى ١٥٪ ، وتكون نسبة الأميلوبكتين ٨٥٪ . وبمعاملة النشا بالأنزيم بتركيز ٠,٤ وحدة SKB وجد أن القيمة اليودية قد ازدادت من ٠,٢٩ إلى ٠,٣٢ أى زادت كثافة اللون الأزرق فى هذه المعاملة عن النشا غير المعامل .

A

THREE_QUARTER VIEW SHOWS THE LONG AXIS OF THE IODINE MOLECULE PARALLEL TO THE LONG AXIS OF AMYLOSE.





B

TOP VIEW SHOWS IODINE MOLECULE CUSHIONED BY HYDROGEN ATOMS PROJECTING INTO HELIX.

(⌒) α, 1,4_GLUCOSIDIC LINKAGES; SITE OF ENZYME ACTION.

FIG. 2. DIAGRAMMATIC REPRESENTATION OF AN IODINE_AMYLOSE COMPLEX.

شكل (٢) : رسم بيانى يبين المركب المعقد للاميلوز مع اليود .
(A) شكل يوضح جزيئات اليود مرتبة على طول محور اللفات المكونة لطول سلسلة الاميلوز .
(B) جزىء اليود محاط بذرات الأيدروجين .

وأفضل تفسير لهذه الظاهرة هو أن الأنزيم يهاجم سلاسل جزيئات الأميلوبكتين الموجودة على المحيط الخارجى لسطوح حبيبات النشا دون أن يؤثر على سلاسل جزيئات الأميلوز الموجودة فى مراكز هذه الحبيبات مما يؤدى إلى زيادة ظاهرية فى نسبة الأميلوز ، بمعنى أن سلاسل جزيئات الأميلوبكتين تكون سهلة المنال للأنزيم عن سلاسل جزيئات الأميلوز الداخلية الموجودة فى صورة حزم .

وقد ذكر Meyer (١٩٥٢) ، Badenhuizen (١٩٥٥) أن نسبة سلاسل جزيئات الأميلوبكتين إلى سلاسل جزيئات الأميلوز فى حبيبات النشا تزداد تدريجيا من مراكز هذه الحبيبات حتى يصبح المحيط الخارجى لهذه الحبيبات مكونا من سلاسل جزيئات الأميلوبكتين فقط .

واوضح Meyer (١٩٥٢) كذلك أن حبيبات النشا تكون محاطة بغلاف يتكون كله من سلاسل جزيئات الأميلوبكتين ، وأن كل حبيبة مكونة من عدد كبير من الحبيبات الصغيرة ، وعلى ذلك يبدو لنا أن هذه الزيادة فى كثافة اللون الأزرق راجع إلى نظام تركيب حبيبة النشا ، وليس لأى سبب آخر من ناحية طبيعة الأنزيم (من حيث تفضيله لمهاجمة أى من سلاسل جزيئات النشا) . وطبقا لنظرية Meyer (١٩٥٢) بشأن تركيب الحبيبة تعتبر الطبقات الخارجية لحبيبات النشا غنية بسلاسل جزيئات الأميلوبكتين المتفرعة عن مراكز هذه الحبيبات التى تكون فيها سلاسل جزيئات الأميلوز على هيئة حزم . وعلى ذلك فتحت ظروف الإميلوجراف/فسكوجراف تتحلل سلاسل جزيئات الأميلوبكتين المتفرعة عند معاملة النشا بالأنزيم بتركيز ٠,٠٤ وحدة SKB ، ونتيجة لذلك تزداد نسبة الأميلوز ظاهريا فى هذا النشا المعامل . وتتفق هذه النتائج مع رأى Sandstedt (١٩٥٥) الذى وجد أن مهاجمة الأنزيم لهذه الحبيبات فى المراحل الابتدائية تكون محصورة على المحيط الخارجى فقط لسطوح حبيبات النشا المكونة من سلاسل جزيئات الأميلوبكتين ، وذلك عند فحص هذه الحبيبات بالميكروسكوب الألكترونى .

وتتفق هذه النتائج أيضا مع أبحاث Nordin and Kim (١٩٦٠) اللذين أشارا إلى أنه عند قياس الجهد الكهربى Potentiometric titration فى الحالات الآتية الثلاث بعد إضافة اليود إلى كل من : النشا المستخرج من الذرة الرفيعة وغير المعامل ، والنشا

المستخرج من الذرة الرفيعة ومعامل بأميليز اللعاب ، والنشا المستخرج من صنف الذرة الرفيعة Pink Kafir ومعامل بأنزيم الأميليز الذى يحتوى على ألفا أميليز وآثار من بيتا — وجدا زيادة ملحوظة فى امتصاص اليود فى المراحل الابتدائية لمهاجمة الأنزيم لهذا النشا مشيرة إلى زيادة ظاهرية فى نسبة الأميلوز ، وهذا يتفق مع النتائج السابق ذكرها . وهذا مايؤيد أيضا أن الطبقات الخارجية لحبيبات النشا غنية بسلاسل جزيئات الأميلوبكتين المتفرعة .

ومن ضمن الأسباب التى تفسر هذه الزيادة الظاهرية هو أن نهايات الفروع الخارجية غير ألا لدهيدية لسلاسل جزيئات الأميلوبكتين تكون فى مواضع تشمل المحيط الخارجى لسطوح حبيبات النشا ، وبذلك يسهل على الأنزيم أن يصل إلى هذه المواضع بسرعة ويحلل الروابط الجليكوزيدية ألفا ١ — ٤ الموجودة على نهايات الفروع الخارجية لسلاسل جزيئات الأميلوبكتين الموجودة على المحيط الخارجى للحبيبات .

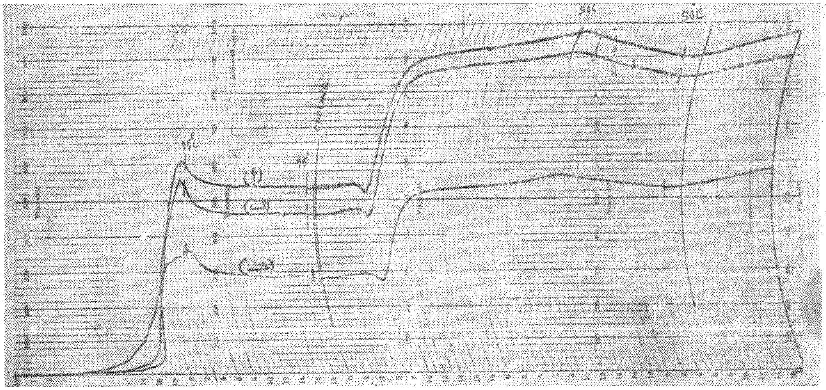
وبالعكس إذا فرض عدم وجود نهايات هذه الفروع الخارجية على المحيط الخارجى لسطوح حبيبات النشا فإنه يتوقع من الأنزيم أن يحلل الروابط الجليكوزية ألفا ١ — ٤ التى بين فروع سلاسل جزيئات الأميلوبكتين وبذلك يسهل على الأنزيم أن يخترق الحبيبة ، وأن يصل إلى سلاسل جزيئات الأميلوز فى مراكز الحبيبات فى المراحل الأولية من مهاجمة الأنزيم لهذه الحبيبات .

ولكن الذى يحدث هو عكس ذلك وعلى ذلك فإن التفسير الأول هو المقبول ، ومما يؤيد ذلك ويدعمه هو أن أنزيم الفسفوريلاز — الذى يقوم بتخليق سلاسل جزيئات النشا فى الحبيبات النشوية — لابد وأن تكون نهايات الأطراف الخارجية غير ألا لدهيدية لسلاسل جزيئات الأميلوبكتين على المحيط الخارجى لسطوح الحبيبات حتى يسهل على الأنزيم الوصول إلى النهايات الطرفية غير ألا لدهيدية وليقوم بعملية تخليق فروع جديدة . ومن ذلك يتضح أن النهايات الطرفية غير الالدهيدية لسلاسل الأميلوبكتين المتفرعة تكون سهلة المنال لأنزيم الفا — أميليز البكتيرى فى المراحل الابتدائية لمهاجمة الأنزيم مما يدعم هذا التفسير .

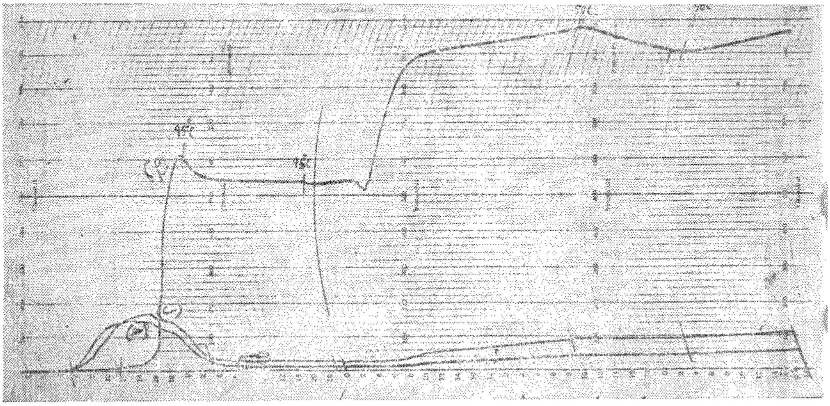
وقد وجد أنه عند معاملة النشا بالأنزيم بتركيز ٢ وحدة SKB تحت ظروف الأميلوجراف (جدول ٢) انخفضت القيمة اليودية من ٠,٣٢ إلى ٠,٢٩ ، أى انخفضت كثافة اللون الأزرق فى هذه المعاملة عن المعاملة السابقة . ومن ذلك يتضح أن الروابط الجليكوزيدية المكونة لسلاسل جزيئات الأميلوز بدأت تتأثر بفعل الأنزيم على هذا المستوى من التركيز .

وتكوين عجائن النشا مع كميات الماء المستعملة فى جهاز الأميلوجراف / فسكوجراف أثناء الارتفاع التدريجى لدرجة حرارة المعلق النشوى يمكن إرجاعه إلى أن حبيبات النشا تمتص الماء ببطء وينتج عن ذلك ابتداء هذه الحبيبات فى الانتفاخ . وقد قرر Radley (١٩٥٤) أن هذا الانتفاخ المبدئى لا يكون بدرجة كبيرة بحيث يمكن ملاحظتها، ولذا فإنها تحتفظ بمظهرها وانتظامها ثم تأخذ فى الانتفاخ فجأة عند درجة حرارة معينة (تختلف باختلاف نوع النشا) ويزداد حجم الحبيبات عدة أضعاف ما كانت عليه ، وذلك لامتصاصها كميات كبيرة من الماء ، ثم تفقد مظهرها وانتظامها Birefringence بسرعة . وتتميز هذه المرحلة من الانتفاخ بالارتفاع السريع فى لزوجة عجينة النشا حتى تصل إلى النهاية القصوى لها ، وبذلك تظهر هذه الحبيبات على هيئة أكياس أو أغلفة جيلاتينية مملوءة بمحلول النشا الذى يمكن صبغه بمحلول اليود، ثم يبدأ محلول النشا داخل الحبيبات فى الانتشار تدريجيا من خلال الجدار الجيلاتينى عندما تصل الحبيبات إلى اللزوجة القصوى ، وبالتالى يرق جدارها بينما تتداخل وتتشابك سلاسل جزيئات الأميلوبكتين والأميلوز غير الذائبة وبذلك تتكون عجائن النشا المعروفة ، وترجع حالة الجيل Gel فى هذه العجائن إلى صفات الأميلوز من حيث طول السلاسل وكميته الموجودة فى النشا . وبتبريد هذه العجائن تنجذب سلاسل جزيئات الأميلوز إلى بعضها بواسطة قوى الربط الأيدروجينية وتتكون روابط قوية متماسكة بين أغلفة الحبيبات ومن ثم تتكون حالة الجيل المعروفة .

ويوضح شكل (٣) الأميلوجرامات الخاصة بنشا الأرز غير المعامل (الأم) والنشا المعامل بتركيز ٠,٤ ، ٢ وحدة SKB وقد وجد أن نشا الأم الذى يحتوى على نسبة من الأميلوز قدرها ١٥٪ يعطى أحسن قيمة لظاهرة



شكل (٣) : يبين ثلاث أميلو جرامات :
(ا) نشا الارز غير المعامل .
(ب) نشا الارز المعامل بتركيز ٤ر٠ وحدة SKB
(ج) نشا الارز المعامل بتراكيز ٢ وحدة SKB



شكل (٤) : يبين ثلاث أميلو جرامات :
(ا) نشا الارز غير المعامل .
(ب) نشا الارز المعامل بتركيز ٨ وحدة SKB
(ج) نشا الارز المعامل بتركيز ١٢ وحدة SKB

التجمع الجزيئى حيث كانت لزوجته القصوى ٦٢٠ وحدة برابندر وازدادت لزوجته عند التبريد على درجة حرارة ٥٠°م إلى ٩٨٥ وحدة برابندر، وعلى ذلك يكون معدل الاتحاد الجزيئى بين سلاسل جزيئات النشا هو + ٣٦٥ وحدة برابندر وهذه الزيادة فى اللزوجة ترجع إلى أن سلاسل جزيئات الأميلوز تميل بدرجة كبيرة إلى الاتحاد فيما بينها عن طريق قوى الربط الثانوية (الأيدروجينية) عن ميل سلاسل جزيئات الأميلوبكتين المتفرعة فى الاتحاد. بينما وجد أن اللزوجة القصوى للنشا المعامل بتركيز ٠,٠٤ وحدة SKB هى ٥٦٠ وحدة برابندر، وازدادت اللزوجة عند التبريد على درجة حرارة ٥٠°م إلى ٩٢٥ وحدة برابندر، ويكون معدل الاتحاد الجزيئى بين سلاسل جزيئات النشا المعامل بهذا التركيز هى + ٣٦٠ وحدة برابندر، أى أن ظاهرة التجمع الجزيئى لم تتأثر كثيرا بمعاملة النشا بهذا التركيز، حيث كان التأثير فقط على سلاسل جزيئات الاميلوبكتين الموجودة على المحيط الخارجى لسطوح حبيبات النشا مما أدى إلى انخفاض اللزوجة القصوى على درجة حرارة ٩٤,٥°م من ٦٢٠ الى ٥٦٠ وحدة برابندر، فى حين كان معدل الزيادة لظاهرة الاتحاد الجزيئى فى هذه المعاملة مساويا تقريبا لمعدل الزيادة فى نشا الأم حيث إن طول سلاسل جزيئات الأميلوز لم تتأثر بفعل الانزيم. وعند معاملة النشا بتركيز ٢ وحدة SKB انخفضت اللزوجة القصوى ٦٢٠ وحدة برابندر فى نشا الأم إلى ٣٧٠ وحدة برابندر فى النشا المعامل بهذا التركيز، وازدادت لزوجة هذا النشا عند التبريد على درجة حرارة ٥٠° م إلى ٥٦٥ وحدة برابندر، وعلى ذلك يكون معدل الزيادة فى اللزوجة نتيجة للاتحاد الجزيئى هو + ١٩٥ وحدة برابندر، ومن هذه القيمة ومقابلتها بقيمتى نشا الأم والنشا المعامل بتركيز ٠,٠٤ وحدة SKB (+ ٣٠٥، + ٣٦٠ وحدة برابندر على التوالى) يتضح أن الانزيم قد أثر بشكل ملحوظ على طول سلاسل جزيئات الأميلوز، تحت ظروف الأميلوجراف/فسكوجراف، بمعنى أن الانزيم قام بتقصير طول سلال الأميلوز، وبالتالى إلى انخفاض لزوجتها عند التبريد على درجة حرارة ٥٠°م من ٩٨٥ وحدة برابندر لنشا الأم إلى ٥٦٥ وحدة برابندر للنشا المعامل بتركيز ٢ وحدة SKB بفرق قدره ٤٢٠ وحدة برابندر، فى حين كان الفرق فى انخفاض اللزوجة للنشا المعامل بتركيز ٠,٠٤ وحدة SKB عن نشا الأم هو ٦٠ وحدة برابندر. وهذا

الفرق البسيط راجع إلى تكسير سلاسل جزيئات الأميلوبكتين المتفرعة دون سلاسل جزيئات الأميلوز ، ومما يؤيد هذا التفسير زيادة كثافة اللون الأزرق من ٠,٢٩ فى نشا الأم إلى ٠,٣٢ فى النشا المعامل بتركيز ٠,٠٤ وحدة SKB (جدول ٢) .

وزيادة تركيز الانزيم بنشا المعامل إلى ٨ ، ١٢ وحدة SKB تقل كثافة اللون الأزرق ، فقد وجد بمعاملة النشا بـ ٨ وحدات SKB انخفضت القيمة اليودية من ٠,٣٢ إلى ٠,٢٧ ، وبذلك يصبح تركيز الأميلوز المتبقى فى حبيبات النشا العاملة بهذا التركيز هى ١٢,٥ ٪ فى حين نجد أنه بمعاملة النشا بتركيز ١٢ وحدة SKB انخفضت القيمة اليودية إلى ٠,٢٥ وبذلك تصبح نسبة تركيز الأميلوز المتبقى فى حبيبات النشا المعاملة بهذا التركيز هى ١٠ ٪ (جدول ٢) . ويبين شكل (٤) الأميلوجرامات الخاصة بنشا الأم والنشا بعد إضافة الانزيم بتركيز ٨ ، ١٢ وحدة SKB ، ومنه يتضح أن اللزوجة القصوى للنشا المعامل بتركيز ٨ وحدات SKB هى ١٨٠ وحدة برابندر ، وانخفضت لزوجته عند التبريد لدرجة حرارة ٥٠° م إلى ١١٠ وحدة برابندر ، وبذلك تصبح قيمة الاتحاد الجزيئى بين سلاسل جزيئات الأميلوز والأميلوبكتين المتكسرة بفعل الإنزيم بالسالب بعد أن كانت بالموجب فى المعاملات السابقة (— ٧٠ وحدة برابندر) . وقد وجد أن اللزوجة للنشا المعامل بتركيز ١٢ وحدة SKB هى ١٦٠ وحدة برابندر وانخفضت لزوجته عند التبريد لدرجة حرارة ٥٠° م إلى ٥٠ وحدة برابندر وبذلك تكون قيمة الاتحاد الجزيئى لهذه المعاملة — ١١٠ وحدة برابندر ، وأن درجة الميل للاتحاد الجزيئى ضعيفة نتيجة لتكسير الانزيم لسلاسل جزيئات الأميلوز والأميلوبكتين . ومعنى ذلك أنه عند معاملة نشا الأم بهذين التركيزين (٨ ، ١٢ وحدة SKB) تحت ظروف الأميلوجراف/فسكوجراف يقوم الإنزيم بتحليل الروابط الجليكوزيدية ألفا ١ — ٤ بطريقة عشوائية لسلاسل جزيئات الأميلوز مثلما يحلل الروابط الجليكوزيدية لسلاسل جزيئات الأميلوبكتين ، ونتيجة لتكسير سلاسل جزيئات الأميلوز المستقيمة يحدث أن يفقد النشا خاصية الجيل Gel المميزة له وتصبح العجينة شبه سائلة .

وعند معاملة نشا الأم بتركيز ٤٠ وحدة SKB تحت ظروف

الأميلوجراف / فسكوجراف (جدول٢) انخفضت القيمة اليودية للكثافة الضوئية إلى ١٢,٠ مثل الكثافة الضوئية للأميلوبكتين (جدول ١) وأعطت لونا محمراً كلون الأميلوبكتين ، وهذا يدل على أن هذا التركيز كاف لتكسير سلاسل جزيئات الأميلوز المستقيمة إلى سلاسل قصيرة جدا لا تعطى اللون الأزرق المميز للأميلوز وتقل قدرة هذه السلاسل القصيرة على الاتحاد باليود ، كما وجد أن هذا النشا المتحلل لا يعطى أى لزوجة فى جهاز الأميلوجراف / فسكوجراف ، أى أن العجينة تصبح سائلة تماما بفعل الإنزيم .

من ذلك يتضح لنا أنه باستخدام ألفا ـ أميليز البكتيرى مع النشا يمكن التخلص من خاصية Set-back غير المرغوبة فى كثير من الصناعات الغذائية التى يستخدم فيها النشا كمادة مالئة .

الملخص

أجريت هذه الدراسة لمعرفة مدى تأثير ألفا ـ أميليز البكتيرى على جزيئات الأميلوز والأميلوبكتين باستخدام محلول اليود كدليل لاختبار الخطوات المختلفة التى تمر بها عملية التحليل المائى للنشا ، كما استخدم المنحنى القياسى لخاليط قياسية نقية من كل من جزيئات الأميلوز والأميلوبكتين لمعرفة نسبة تركيز الأميلوز فى حبيبات النشا غير المعاملة والمعاملة بالإنزيم .

وقد وجدت زيادة ظاهرية فى نسبة الأميلوز عند معاملة نشا الأم بتركيز ٠,٠٤ وحدة SKB ، وقد فسرت هذه الظاهرة إلى أن الإنزيم فى هذا التركيز يقوم بتكسير سلاسل جزيئات الأميلوبكتين المتفرعة الموجودة على المحيط الخارجى لسطوح حبيبات النشا دون أن يؤثر على سلاسل جزيئات الأميلوز ، مما يؤدى إلى هذه الزيادة الظاهرية ، وبزيادة تركيز الإنزيم إلى ١٢ وحدة SKB انخفض تركيز الأميلوز فى حبيبات النشا إلى ١٠ ٪ .

ووجد أن نشا الأم الذى يحتوى على ١٥ ٪ أميلوز يعطى أحسن قيمة لظاهرة الاتحاد الجزيئى + ٣٦٥ وحدة برابندر ، بينما كان النشا المعامل بتركيز ١٢ وحدة SKB أعطى أقل قيمة ـ ١١٠ وحدة برابندر .

وعند استعمال تركيز ٤٠ وحدة SKB تحت ظروف الأميلوجراف/فسكوجراف أعطى كثافة ضوئية لمحلول اليود النشوى ٠,١٢ . مثل الكثافة الضوئية للأميلوبكتين ، وفسرت هذه النتائج بأن هذا التركيز كاف لتكسير سلاسل جزيئات الأميلوز إلى سلاسل قصيرة لا نعطى اللون الأزرق المميز للأميلوز وتقل قدرتها على ادمصاص اليود .

المراجع

(1) Badenhuizen, N. P. 1955. Cer. Chem., 32 : 286-295.

(2) Blom, J., B. Braae, and A. Bak. 1938. Hoppe Seyl. Z. Physiol. Chem., pp. 252, 261.

(3) Dwonch, V., H. H. Kramer, and R.L. Whistler. 1951. Cer. Chem., 28 : 270.

(4) Kerr, R. 1951. Chemistry and industry of starch, 2nd ed. Academic Press, New York.

(5) Meyer, K.H. 1952. Chem. Exper., 8 : 405-420.

(6) Nordin, P., and Y.S. Kim. 1960. J. Amer. Chem. Soc., 82 : 604-609.

(7) Radley, R.A. 1954. Starch and its derivatives, 3rd ed., vol. I, J. Wiley and Sons, Inc., New York.

(8) Sandstedt, R.M. 1955. Cer. Chem. Suppl., 32 : 17.

(9) Schoch, T.J. 1941. Cer. Chem., 18 : 121-128.

(10) Taha, S.M., S.A. Mahmoud, and R.M. Attia. 1967. J. Bot.. U.A.R., 10 : 25-32.

* * *