التفاعلات البنية Browning Reaction

التفاعلات البنية Browning Reaction

نتيجة للاستهلاك المتزايد في العالم للأغذية فقد أصبحت مسألة المحافظة على لون الغذاء الطبيعي من المسائل المهمة من قبل المستهلكين حيث ان الحصول على اللون المفضل للأغذية المصنعة اصبح تحدياً يواجه تكنولوجيا اللاغذية لذلك تجري الجهود الى التفنن في حفظ الأغذية بهدف التخلص من التفاعلات التي تؤدي الى حدوث تغيرات عديدة في طبيعة الأغذية ومن هذه التفاعلات هي التفاعلات البنية التي قد يكون البعض منها مرغوباً كما هو الحال عند تكوين الون البني للسطح الخارجي للخبز والمعجنات وكذلك عند تحميص القهوة والحبوب وشرائح اللحم والاسماك وشرائح البطاطا حيث تتكون النكهة المميزة لتلك المواد الغذائية مع تقدم عملية التفاعل البني وعلى العكس من ذلك فأن التفاعلات البنية التي تحدث للالبان اثناء البسترة او التعقيم او التجفيف او تلك التي تحدث للفواكه والخضروات وغيرها من الأغذية المجففة او المجمدة تكون غير مرغوبة حيث تؤثر على جودة الأغذية وتقلل من قيمتها الغذائية ويمكن تقسيم التفاعلات البنية الى نوعين :

1. التفاعلات البنية الانزيمية Enzymetic Browning Reaction

ويحدث هذا النوع من التفاعل على سطح بعض ثمار الفواكة والخضروات كالتفاح نتيجة حدوث خدش او قطع مما يؤدي الى تكوين بقع بنية اللون وذلك بسبب تعرض المركبات الفينولية في تلك الثمار للاكسدة بواسطة اوكسجين الهواء ونتيجة لنشاط الانزيمات الفينوليز حيث تتحول المركبات تدعى Quinone التي تتكاثف مع بعضها لتكوين صبغة بنية تدعى بالميلانين Melanine

2. لتفاعلات البنية الغير الانزيمية Non enzymetic Browning Reaction

أ- تفاعلات الكرملة Caramilization

هي عبارة عن تفاعلات تحدث نتيجة تعرض السكريات الى الحرارة في وسط يحتوي على الماء او عند تسخين محاليل مركزة من السكريات مروراً بسلسلة من التفاعلات مؤدية في النهاية الى تكوين صبغة الكراميل **ففي المرحلة الأولى** من هذه التفاعلات تتكون السكريات المائية **فمثلاً** عند تسخين الكلوكوز ينتج مركب يدعى **بالكلوكوزان** ومركب اخر **ليفو كلوكوزان** ، حيث يتكرمل السكروز على درجة حرارة حوالي **200 م** و يذوب على درجة حرارة **160** م وعند رفع درجات الحرارة الى **200** م تحدث سلسلة من التفاعلات وتكون على ثلاث مراحل حيث **ان التسخين على 200 م ولمدة 35 دقيقة** ينتج خسائر بالوزن بسبب فقدان جزيئة ماء لكل جزيئة سكروز وعند زيادة التسخين ل **55 دقيقة إضافية** يزداد النقص بالوزن وتتكون صبغة تدعى **بالكراميلان** وهذه الصبغة تذوب بالماء والايثانول ولها وطعم مر وبعد التسخين **ل 55 دقيقة** إضافية أخرى يزداد النقص بالوزن **بسبب فقد 8 جزيئات ماء من كل 3 جزيئات سكروز** وعندها ينتج ما يسمى **بالكراميلين**

وهذه تذوب بالماء فقط وعند الاستمرار بالتسخين تتكون صبغة غامقة اللون لا تذوب بالماء وتدعى **بالهيومين** تساعد في إعطاء النكهة الخاصة بالكراميل ويمكن ان تحدث هذه التفاعلات بالحليب عند استخدام الحرارة الاعتيادية لمدة طويلة او عند استعمال المعاملات الحرارية العالية والتي يمكن ان تحدث في صناعة الحليب المعقم والمكثف والمجفف .

ب- تفاعلات ميلارد Maillard reactions

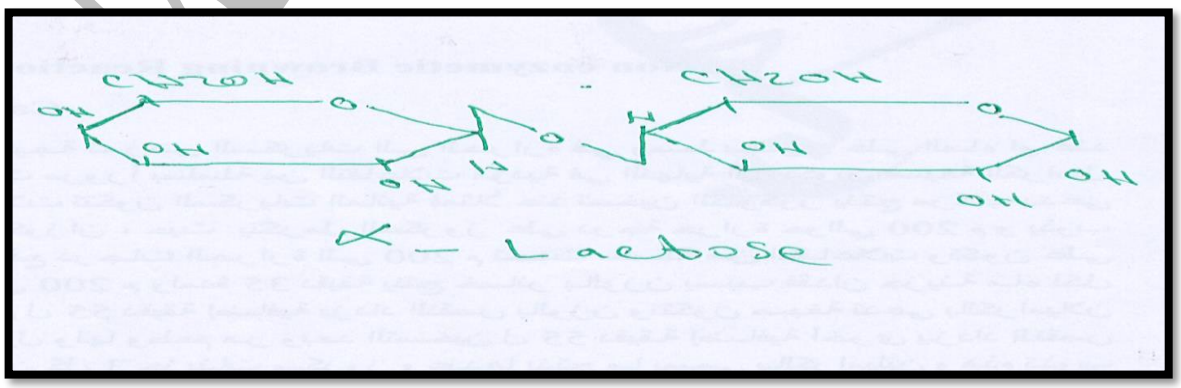
اشير الى هذا النوع من التفاعلات اول مرة من قبل العالم الفرنسي ميلارد عام 1912 م وهي سلسلة من التفاعلات تبدأ بتفاعل مجموعة الأمين الموجودة في الاحماض الامينية الحرة والاحماض الامينية القاعدية الموجودة في سلسلة البيبتيدات والبروتينات مع المجموعه المختزلة للسكريات

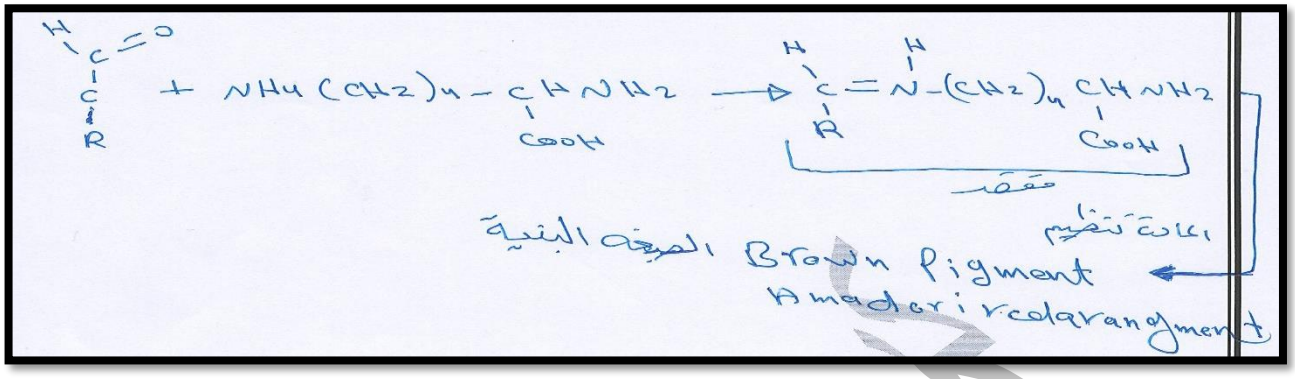
R

COOH -C- NH2

H

والتي تؤدي الى تكوين مركبات نايتروجينية بنية تدعى بالميلانويدين Melanoids والتي تتسبب في هدم السكريات المختزلة وخفض القيمة الغذائية عن طريق هدم الاحماض الامينية وخاصة حامض اللايسين الذي يعتبر من الاحماض الامينية الأساسية والذي يلعب دوراً كبيراً من الناحية الحيوية حيث ان فقدانه يتسبب نقص في القيمة الغذائية وقد وجد ان الحامض الاميني اللايسين من انشط الاحماض الامينية في تفاعلات ميلارد وخاصة عند وجود نسبة عالية من السكريات المختزلة . ففي الحليب يحدث هذا التفاعل بسبب وجود الكازين الذي يحتوي على الحامض الاميني اللايسين فعدما يكون الاس الهيدروجيني قاعدي حوالي (8) يكون تفكك الكازين بصورة أكثر مما يؤدي الى سير التفاعل بسهولة كما يحتوي الحليب على سكر اللاكتوز الذي يشترك مع الحامض الاميني اللايسين لحدوث هذه التفاعلات.





معقد اللاكتوزكازين Lactose – Casein Complex

لقد بات معروفاً لسنوات طويلة ان حموضة الحليب تزداد عند تسخينه حيث وجد الباحثون عند تسخين الحليب لمدة ساعتين على درجة حرارة 65م او 70م او 80م تزداد الحموضة التسحيحية بمقدار (1-2)% حيث ان إضافة مجموعة الفورمالديهايد للبروتينات او السلاسل الببتيديه الطويلة او الاحماض الامينية تسبب زيادة الحموضة وذلك الارتباطها مع مجاميع الأمين القاعدية الحرة وتبقى فقط المجاميع الكاربوكسيلية التي تسبب رفع حموضة الحليب حيث ان تسخين الحليب لمدة ساعتين على 90 م او 100م فأنها تزيد من كمية الفومالديهايد ونتيجة لذلك تزداد الحموضة المسححه بدرجة كبيرة كما ان الحرارة تسبب دنترة البروتينات وبتالي زيادة في مجاميع الأمين القاعدية التي تتفاعل مع اللاكتوز والفورمالديهايد . وقد تبين ال التلون البني يظهر فوق 80 م أي ان معقد اللاكتوزكازين هو المسؤول الرئيسي على التلون البني للحليب المعامل بالحرارة كما بين اخرون ان جزء من المعقد يكون غي ثابت اتجاه الحرارة كما انه يعمل كعامل مساعد لتفكك اللاكتوز بالحرارة وقد لوحظ عدة مركبات تنتج من تفكك اللاكتوز منها مركبات حامضية كحامض الفورميك والخليك وكذلك مركبات كحولية مثل الاسيتول والمانيتول ومركبات حلقية مثل هيدروكسي مثيل فور فورال .

وهنالك مجموعة من العوامل التي تساعد على سرعة تفاعلات ميلارد

1. زيادة الحرارة
2. زيادة الاس الهيدروجيني
3. كمية الاوكسجين
4. تركيز المواد الصلبة الكلية
5. خواص والتركيب الحليب
6. الرطوبة النسبية

مدرس مادة العملي

م.م. علاء رياض