دراسة العوامل المؤثرة على تكوّن الأكريلاميد في البطاطس المقلية

شائف محمد قاسم صالح[1*]، احمد ثابت احمد السرحي[2] و رضوان محمد صالح ناصر[1]
[1] قسم الكيمياء، كلية العلوم والتربية عدن- جامعة عدن
[2] قسم الكيمياء، كلية العلوم– جامعة عدن
DOI: https://doi.org/10.47372/uajnas.2016.n1.a04

ملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير درجات حرارة القلي المختلفة (120°C،140°C،160°C،180°C،200°C)، وأنواع الزيت المستخدم في القلي (زيت دوار الشمس، زيت النخيل، زيت الزيتون)، وتأثير الاستعمال المتكرر لزيت القلي (عملية القلي الأولى، الثانية، الثالثة)، وطريقة الطهي (طريقة السلق ،طريقة القلي) على محتوى الأكريلاميد في البطاطس المقلية المعدة تحت شروط مضبوطة.بينت النتائج أنً زيادة درجة الحرارة، طريقة القلي وتكرارة ونوع الزيت، كان لها تأثير واضح على تشكّل الأكريلاميد في البطاطس المقلية. أظهرت نتائج التحليل أنّ مستويات الأكريلاميد عند درجات حرارة القلي المختلفة (120°C،140°C،160°C،180°C،200°C) كانت (ND، 5.72±124.6، 4.41± 199.2، 29.27±805.8، 24.19±1309.5 نانوجرام / جرام) على التوالي، وكان مستوى الأكريلاميد عند القلي بزيت الزيتون غير ملحوظ ، في حين كانت مستويات الأكريلاميد عند القلي بزيت دوار الشمس وزيت النخيل عند درجة حرارة 160°C وباستعمال زيت القلي للمرة الأولى (199.2 ، 728.5 نانوجرام/ جرام) على التوالي، بالنسبة لمستويات الأكريلاميد عند الاستعمال المتكرر لزيت القلي باستعمال زيت دوار الشمس وعند درجة حرارة 160°Cللمرات (الأولى، والثانية، والثالثة) حيث كانت (199.2 ، 591.2 ، 1167.6 نانوجرام/جرام) على التوالي، وبيّنت الدراسة وجود تأثير ملحوظ في طريقة قلي البطاطس إذ كان محتوى الأكريلاميد (805.8 نانوجرام/جرام)، في حين لا يوجد تأثير ملحوظ باستخدام طريقة السلق.

الكلمات المفتاحية: الأكريلاميد ، البطاطس المقلية، ظروف القلي،تفاعل ميلارد،HPLC-UV.

المقدمة:

أولت الجهات والمنظمات الدولية ذات الصلة بصحة الإنسان أهمية كبيرة لمادة الأكريلاميد أحادي الحد قبل اكتشاف تشكّله في الغذاء لكون العمال الذين يعملون في صناعة الأكريلاميد الصناعي الذي يكون بشكل بولي أكريلاميد والمتعدد الاستخدامات (معالجة مياه الصرف الصحي وتنقية مياه الشرب وعمليات تكرير الزيت الخام وصناعة الورق والصناعات المعدنية ومعالجة التربة والرمال وفي صناعة مستحضرات التجميل وفي صناعة مواد تعبئة المنتجات) يتعرضون لجرعات من الأكريلاميد أحادي الحد عن طريق التنفس والجلد، ولهذا فقد أجريت دراسات السّمية لهذا المركب وبناء على النتائج صنفته الوكالة الدولية لأبحاث السرطان IARC(International Agency for Research on Cancer) عام 1994م على أنَّه مركب ذو قدرة محتملة على إحداث السرطان عند الإنسان (Probable human carcinogenic)[21].

بقي الاهتمام بالتعرّض للأكريلاميد الناتج عن البولي أكريلاميد فقط حتى عام 2002م، إذ أعلنت إدارة الغذاء الوطنية السويدية (Swedish National Food Administration) وجامعة ستوكهولم (Stockholm University) الكشف عن مستويات مرتفعة من الأكريلاميد تصل إلى حدود 1000 ميكروجرام / لتر في الأغذية النشوية المقلية أو المعاملة حرارياً عند درجات حرارة مرتفعة، ودعم هذا الإعلان مباشرة من قبل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA)، حيث بيّنت أن رقائق البطاطس وأصابع البطاطس المقلية (Potato chips و French fries) تحتوي على مستويات من مادة الأكريلاميد تتراوح من 17-2762 ميكرو جرام / لتر في رقائق البطاطس، ومن 20- 1325 ميكرو جرام / لتر في أصابع البطاطس المقلية[8]، وقد أجريت العديد

من الأبحاث للوقوف على مستويات الأكريلاميد في الأنواع المختلفة من الأغذية، وآليات تشكّله وإيجاد الحلول المناسبة لخفض مستوياته [7].

إن الأكريلاميد المتشكّل في الأغذية هو أحد نواتج تفاعل ميلارد التي لها تأثيرات مختلفة ومتعاكسة فيما يتعلق بالأكسدة والتحوّر الجيني والتأثير المسرطن والتحسس، مما يجعلها تؤدي دوراً منشطاً أو مثبطاً لتأثير الأكريلاميد السلبي في الجسم، ومن هنا يتبين أهمية إجراء دراسات أعمق على تشكّل الأكريلاميد ضمن منظومة تفاعل ميلارد وتأثيراته السمية [9].

تفاعلات ميلارد في الأغذية تتكون من سلسلة من التفاعلات بين الأحماض الأمينية "الشق الأميني" الأمينات البروتينات والببتيدات مع السكريات المختزلة "الشق الألدهيدي" التي تؤدي إلى تكوين مركبات نيتروجينية بنية اللون يطلق عليها بالميلانويدنات (melanoidins).

يبدأ تفاعل ميلارد كما هو موضح في الشكل (1) بتكاثف الزمرة الأمينية للحمض الأميني مع الزمرة الكربونيلية للسكريات المختزلة محدثاً سلسلة من التفاعلات المعقدة ينتج عنها مركبات قابلة للتطاير ومنتجات متوسطة إضافة إلى تشكّل بوليمرات عالية الوزن الجزيئي تؤثر نوعياً في الرائحة واللون والطعم[22,5].

هذا البحث يهدف الى دراسة العوامل المؤثرة (درجات الحرارة، نوع الزيت، عدد مرات القلي، طريقة الطهي) على تكوين الأكريلاميد في البطاطس المقلية المحلية.

مواد وطرق البحث:

جمع وتحضير العينات:

مرحلة إعداد العينة هو تجنيس العينة وتجهيزها بشكل يسهل معه إجراء عمليات الوزن، وما يتبع ذلك من استخلاص وتحليل.

تم شراء البطاطس الخام المحلية من سوق الخضار المركزي لمحافظة عدن، وتم إعداد وتحضير العينات تحت شروط مضبوطةحسب طريقة (Peng*et al.,* 2003; Husamo*et al.,* 2010)[16,11]، وزنت150g لكل عينة ومن ثم قشرت وقطعت وتمّت عملية القلي في 600 ml من زيت القلي، وكان عمق زيت القلي أقل من 1.5 cm الفترة الزمنية لعملية القلي كانت 10 دقائق.

المتغيرات المدروسة هي:

- درجات الحرارة: 120˚C ، 140˚C ، 160˚C ، 180˚C ،200˚C. مع الأخذ بعين الاعتبار أنَّ درجة الحرارة 160˚C هي المتغير الثابت.
- أنواع الزيت: زيت دوار الشمس، زيت النخيل ، زيت الزيتون . مع الأخذ بعين الاعتبار أنَّ زيت دوار الشمس هو المتغير الثابت.
- عدد مرات القلي: عملية القلي الأولى، عملية القلي الثانية، عملية القلي الثالثة. مع الأخذ بعين الاعتبار أنّ عملية القلي الأولى هي المتغير الثابت.
- تأثير طريقة طهي البطاطس: مقارنة بين عملية السلق والقلي على تكَّون الأكريلاميد.

في كل مرة يتم تغير متغير واحد فقط وتحفظ بقية المتغيرات الأخرى عند المتغير الضابط.

ظروف عمل جهاز HPLC-UV:

تم تحليل العينات بواسطة جهاز الكروماتوجرافيا السائل عالي الأداء HPLC مرتبط بكاشف ما فوق البنفسجي UV ، إنتاج شركة JASCO اليابانية موديل #LC-NET، عند الطول الموجي 210 nm وبمعدل تدفق 1ml/min وزمن استبقاء 2.7 دقيقة والطور المتحرك (ماء:ميثانول) بنسبة 5:95 والعمود المستخدم هو C_8 والذي طوله 250cm عند درجة حرارة 30˚C، حسب طريقة (Peng*et al.,* 2003)[16].

عملية استخلاص الأكريلاميد:

تم استخلاص الأكريلاميد من عينات البطاطساستنادا إلى الطريقة المعتمدة (Khoshnam*et al.,* 2010)[12].إذ تم وزن 4 جرام من عينة البطاطس المقلية المتجانسة بواسطة الميزان الحساس، ثم نزع الدهن

مرتين من العينة بواسطة إضافة 10 مل من الهكسان إلى قارورة محكمة الإغلاق وثم الرج مدة 5 دقائق ويصب السائل الطافي من فوق الراسب، جفف المذيب باستخدام المبخر الدوار تحت ضغط مخلخل وتسخين الدورق بحمام مائي بدرجة حرارة 40˚Cلتسريع عملية التجفيف، ثم أضيف 20 مل من الأسيتون و20 ميكرولتر من الماء خالي من الأيونات إلى العينة المنزوعة الدهن من أجل استخلاص الأكريلاميد، وضعت القارورة المحتوية على العينة في حمام الموجات فوق صوتية عند 40˚C لمدة 20 دقيقة، رشح المستخلص بواسطة ورق ترشيح وتمان، نقل 10 مل من المستخلص الراشح إلى دورق دائري ويبخر المذيب باستخدام المبخر الدوار تحت ضغط مخلخل وتسخين الدورق بحمام مائي بدرجة حرارة 40˚C(لتسريع عملية التجفيف)حتى الجفاف، أضيف 2 مل من الماء خالي من الأيونات إلى الدورق ويرج لغرض إذابة المتبقي، رشح المحلول المائي للعينة قبل الحقن باستخدام ورق ترشيح وتمان، ثم حقن 20 ميكرولتر في جهاز HPLC.

منحنى المعايرة:

تم رسم منحنى التعيير لمادة الأكريلاميد المدروسة من خلال تحضير خمسة تراكيز قياسية مختلفة تقع في المدى من (100–500 نانوغرام / مل)، وحقنها في جهاز HPLC-UV ، ومن خلال نتائج التحليل تم رسم منحنى التعيير لمادة الأكريلاميد الذي يربط العلاقة بين الامتصاص (مساحة القمة المتحصل عليها من جهاز HPLC) على المحور الصادي وتراكيز المحاليل القياسية على المحور السيني، وحسبت معادلات الميل والتقاطع، وتم قياس الاستجابة (مساحة القمة) ثلاث مرات n=3.

التحليل الإحصائي:

تم استخدام برنامج (origin) في التحليل الإحصائي أحادي الاتجاه (One way ANOVA) لتحليل النتائج عند مستوى معنوي ($P \leq 0.05$). وتمت المقارنة بين العينات باستخدام طريقة LSD للمقارنة بين العينات المختلفة وحساب المتوسط الحسابي± الانحراف المعياري.

النتائج والمناقشة:

العوامل المؤثرة على محتوى الأكريلاميد في البطاطس المقلية:

دراسة تأثير بعض العوامل المتغيرة (درجة حرارة القلي، نوع زيت القلي النباتي، الاستعمال المتكرر لزيت القلي وطريقة الطهي) على محتوى الأكريلاميد في البطاطس المقلية، النتائج موضحة في الجدول (1).

تأثير درجات الحرارة المختلفة على محتوى الأكريلاميد في البطاطس المقلية:

الجدول (1) والشكل (2) يوضحان نتائج محتوى الأكريلاميد في البطاطس المقلية عند درجات حرارة مختلفة (120˚C، 140˚C، 160˚C، 180˚C، 200˚C) إذ كانت (ND، 124.6، 199.2، 805.8، 1306.5 جزء من البليون) على التوالي. ولذا فإنَّ محتوى الأكريلاميد زاد بمعدل 10 مرات بزيادة درجة حرارة القلي من 140˚C الى 200˚C أثناء قلي البطاطس، وهذا يتفق مع العديد من الدراسات التي تؤكد بأنَّ تكوّن الأكريلاميد يعتمد على درجة الحرارة ويزداد بزيادة درجة الحرارة [19]، ويظهر أنَّ زيادة تكّون الأكريلاميد عند زيادة درجات الحرارة ناتج من عمليات أكسدة الأحماض الدهنية في الزيوت التي تكون هي الطريقة البديلة والمقترحة لتكّون الأكريلاميد(C_3H_5NO) من الأكرولين(CH_2=CH-CHO).[7] وبمقارنة نتائج هذه الدراسة مع نتائج بعض الدراسات السابقة، فإنَّ نتائج هذه الدراسة لمحتوى الأكريلاميد عند درجات حرارة مختلفة كانت متفقة مع نتائج دراسة(Husamo*et al.,* 2010) [11] من حيث العلاقة الطردية بين تركيز الأكريلاميد ودرجات الحرارة لكنها غير متوافقة (متباينة)من حيثالقيم للأكريلاميد حيث انَّ نتائج هذه الدراسة أعلى من نتائج الدراسة السابقة، وبسبب ذلك هو فترة القلي حيث كانت 5 دقائق في دراسة[11](Husamo*et al.,* 2010) و10 دقائق في هذه الدراسة، وهذا يؤكد ما أشارت إليه بعض الدراسات بأنَّ ليس درجة الحرارة فقط تزيد من تكون الأكريلاميد، ولكن زيادة زمن التسخين تزيد محتوى الأكريلاميد[18]. بالإضافة إلى ذلك فإنَّ النسبة الأولية لتكوين الأكريلاميد تزيد بزيادة درجة الحرارة من 120˚Cإلى 200˚C نتيجة لزيادة طاقة التنشيط[6]. ولذا فإنَّ الكثير من الأبحاث أكدت على أن تكّون الأكريلاميد يحتاج إلى درجات حرارة أعلى من120 ˚C [2,7,10] . وقد يعزى الاختلاف في محتوى الأكريلاميد إلى المادة الخامة لدرنات البطاطس [4].

تأثير نوع زيت القلي على محتوى الأكريلاميد في البطاطس المقلية:

لوحظ من الجدول (1) والشكل (3) نتائج محتوى الأكريلاميد باستخدام زيوت قلي مختلفة وعند درجة حرارة 160°C بأنَّ مستوى الأكريلاميد عند القلي بزيت الزيتون كان غير ملحوظ في حين كان مستوى الأكريلاميد عند القلي بزيت دوار الشمس وزيت النخيل (199.2 ، 728.5 جزء من البليون) على التوالي ، وعند مقارنة نتائج هذه الدراسة مع بعض الدراسات السابقة، نلاحظ أنَّ نتائج هذه الدراسة كانت متقاربة مع نتائج دراسة(Husamo*et al.,* 2010) [11]عن القلي بزيتي الزيتون ودوار الشمس إذ كان محتوى الأكريلاميد (11.97، 106.62 جزء من البليون) على التوالي ، وكذلك كانت نتائج هذه الدراسة متقاربة (إلى حد ما) مع نتائج دراسة (Bakhtiary*et al.,* 2013) [3] عند القلي بزيت النخيل حيث كان محتوى الأكريلاميد (1140 جزء من البليون). تظهر النتائج المهمة التي توصلنا إليها في هذه الدراسة بوضوح وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) لتأثير نوع زيت القلي على محتوى الأكريلاميد في البطاطس المقلية ، فالمركبات الفينوليه الموجودة طبيعياً في زيت الزيتون تعمل كمضادات أكسدة ذات فعالية كبيرة في التخلص من الجذور الحرة الناتجة عن تفاعلات الأكسدة مما ينعكس إيجابياً على الصفات الحسية للزيت من خلال حمايته من تفاعلات الأكسدة الذاتية [17,15]. وبالإضافة إلى ذلك فإن زيت الزيتون يحتوي على تراكيز عالية من مانعات التأكسد مثل مركبات أورثو ثنائي فينوليك التي لا تتحلل أثناء عملية القلي ، وهذه المركبات لديها القدرة الكافية لمنع تكوّن الأكريلاميد في البطاطس المقلية ...الخ [14].يحتوي زيت الزيتون البكر (Virgin olive oil) فضلاً عن صفاته الحسية المميزة على النسب المطلوبة من الأحماض الدهنية الأساسية. وإنَّ النسب المرتفعة من حامض أوليك (Oleic acid) وحيد غير مشبع، على حساب نسب الأحماض الدهنية الأخرى عديدة غير المشبعة، تؤدي إلى زيادة تحمل زيت الزيتون للمعاملات الحرارية العالية [20,17].في حين أحتوى زيت دوار الشمس وزيت النخيل على أحماض دهنية عديدة غير المشبعة ، والتي تنتج الأكرولين، ونتيجة لعمليات أكسدة الأحماض الدهنية في الزيوت التي تكون هي الطريقة البديلة والمقترحة لتكوّن الأكريلاميد من الأكرولين[7].

تأثير الاستعمال المتكرر لزيت القلي على محتوى الأكريلاميد في البطاطس المقلية:

النتائج موضحة في الجدول (1) والشكل (4)، وكما هو واضح من النتائج أنَّ استعمال زيت جديد أو زيت قديم (استخدم من قبل) في قلي البطاطس يؤدي إلى تكوّن الأكريلاميد، فإنَّ استعمال الزيت الجديد أدى إلى تراكيز واطئة للأكريلاميد، محتوى الأكريلاميد في البطاطس لوحظ ان عند استعمال الزيت الجديد في عملية القلي (المرة الأولى) كان منخفضا"199.2 جزء من البليون، بينما عند تكرار عملية القلي مرة ثانية باستعمال نفس الزيت المستخدم في القلية الأولى كان محتوى الأكريلاميد 591.2 جزء من البليون (زاد حوالي ثلاثة اضعاف عن القلية الأولى)، وعند تكرار عملية القلي مرة ثالثة باستعمال نفس الزيت المستخدم في القلية الأولى والثانية كان محتوى الأكريلاميد عالي 1167.6 جزء من البليون (زاد ضعفين عن القلية الثانية وحوالي ستة اضعاف عن القلية الأولى)، هذا يتفق مع الفرضية التي تفرض تكوّن الأكريلاميد من الأكرولين بسبب وجود الأكرولين في الزيت المكرر الناتج من أكسدة الأحماض الدهنية في الزيوت[13].

تأثير طريقة الطهي على محتوى الأكريلاميد:

أجريت هذه الدراسة لمعرفة تأثير طريقة طهي البطاطس (عملية السلق والقلي)على تكوّن الأكريلاميد، فقد أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (1) والشكل (5)، أنَّ عينات البطاطس المسلوقة عند 100°C لمدة 20 دقيقة لم تكوّن الأكريلاميد، بخلاف عينات البطاطس المقلية عند 180°C مدة 10 دقائق فقط أنتجت الأكريلاميد حيث وصل تركيز الأكريلاميد حوالي 805.8 جزء من البليون، وهذه النتائج كانت متوافقة مع نتائج دراسة AL-Dmoor*et al.,*من الأردن[1] على البطاطس المسلوقة والمقلية.

الاستنتاجات:

في ضوء ما تقدم يمكن أن نستخلص النتائج:-

1- أن تكوّن الأكريلاميد يعتمد على درجة الحرارة ويزيد بزيادة درجة الحرارة ولذا فإنَّ بداء تكوّن الأكريلاميد يكون عند درجة الحرارة الأعلى من$120^{\circ}C$.

2-اظهرت النتائج وجود تأثير في طريقة قلي البطاطس على تكوّن الأكريلاميد حيث وصل تركيز الأكريلاميد حوالي 805.8 جزء من البليون،في حينلم يتكون الأكريلاميد في عينات البطاطس المسلوقة، أي لا يوجد تأثير ملحوظ لمادة الأكريلاميد باستخدام طريقة السلق .

3- مستوى الأكريلاميد عند القلي بزيت الزيتون كان غير ملحوظ ، وعندما تمت عملية القلي باستخدام زيت دوار الشمس وزيت النخيل تم الكشف عن مستويات عالية لمادة الأكريلاميد ، وقد يعود السبب أنَّ زيت الزيتون يحتوي على نسب مرتفعة من حامض أوليك (Oleic acid) وحيد غير مشبع ، على حساب نسب الأحماض الدهنية الأخرى العديدة غير مشبعة، الذي يؤدي إلى زيادة تحمل زيت الزيتون للمعاملات الحرارية العاليةفي حين يحتوي زيت دوار الشمس وزيت النخيل على نسب مرتفعة من أحماض دهنية العديدة غير مشبعة، التي تنتج الأكرولين، نتيجة لعمليات أكسدة الأحماض الدهنية في الزيوت والتي تكون هي الطريقة البديلة والمقترحة لتكوّن الأكريلاميد من الأكرولين.

4- يزداد محتوى الأكريلاميد بزيادة الاستعمال المتكرر لزيت القلي بوجود علاقة طردية بين محتوى الأكريلاميد في البطاطس المقلية والاستعمال المتكرر لزيت القلي ، نتيجة تكوّن الأكريلاميد من الأكرولين بسبب وجود الأكرولين في الزيت المكرر نتيجة أكسدة الأحماض الدهنية في الزيوت.

التوصيات:

بناءً على النتائج المتحصل عليها توصى الدراسة بالآتي:-

1- إخضاع أماكن بيع الأطعمة الجاهزة، ولا سيما الشعبية منها، وكذلك الأسواق ذات الحركة الكثيفة للرقابة ووضع ضوابط قانونية صارمة من قبل الجهات المختصة.

2- عدم المبالغة في تسخين الزيت المستعمل في قلي الأغذية المقلية، لأنَّ عامل درجة الحرارة والزمن الذي تستغرقه عملية الطهي هما أساسيان في كمية الأكريلاميد الناشئة عن طهي الأطعمة.

3- تجنب الإفراط الزائد في تكرار استعمال الزيت في القلي. فإعادة تسخين الزيت لمرات متعددة يؤدي إلى تكوين مركبات كيميائية من نواتج أكسدة الزيت، وكثير من هذه المواد ضار بالصحة، قد يكون بعضها سيء يسبب للإصابة بالسرطان، ومنها مادة الأكريلاميد.

4- ننصح باستخدام زيت الزيتون في عملية القلي إذا كانت هناك إمكانية لدى المستهلك.

5- نتيجة لعدم وجود حد أقصى مسموح باستهلاكه من مادة الأكريلاميد في الأغذية، توصي الدراسة الجهات المختصة بإعداد الدلائل الإرشادية التي تهدف إلى خفض مستويات الأكريلاميد في الأغذية التي تحضر منزلياً وتجارياً، والتقليل من استهلاك الأغذية المقلية والمطبوخة في الدسم لاسيما البطاطس المقلية ورقائق البطاطس الجاهزة والفلافل، التي ترتفع فيها مستويات الأكريلاميد، جزء من الدلائل الإرشادية للحصول على غذاء صحي بشكل عام.

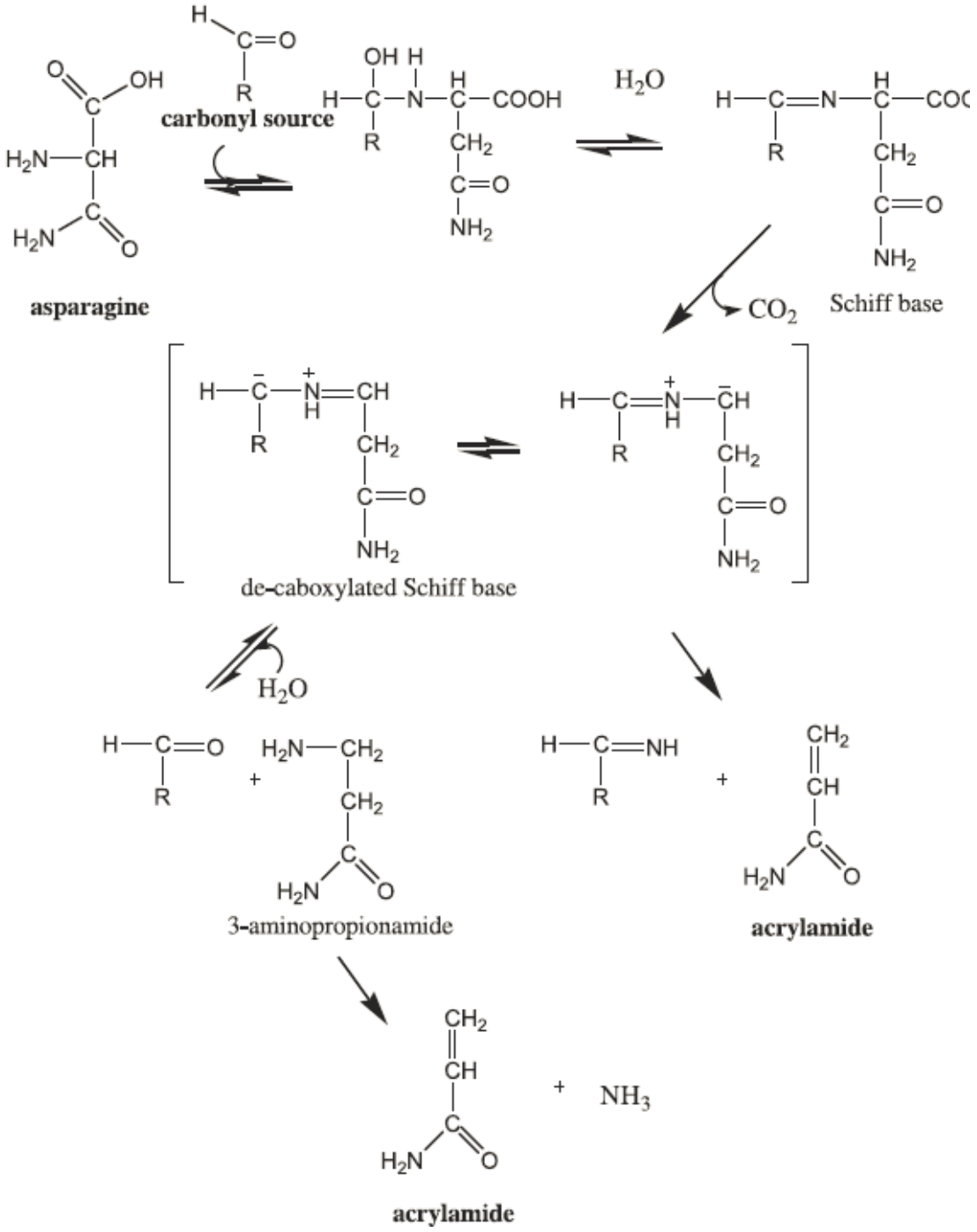
6- إجراء دراسات مماثلة على بقية أنواع الأغذية الأخرى، ولاسيما الأغذية المقلية منزلياً (الخمير الحالي) وتجارياً، وإجراء دراسة لزيت السمسم الطبيعي وزيت بذرة القطن، وإجراء دراسات وأبحاث من شأنها أن تحد من تكوّن الأكريلاميد في الأغذية.

جدول (1). نتائج قياس مستويات الأكريلاميد في البطاطس المقلية عند عوامل متغيرة (درجة الحرارة، نوع الزيت القلي النباتي، الاستعمال المتكرر لزيت القلي وطريقة الطهي).

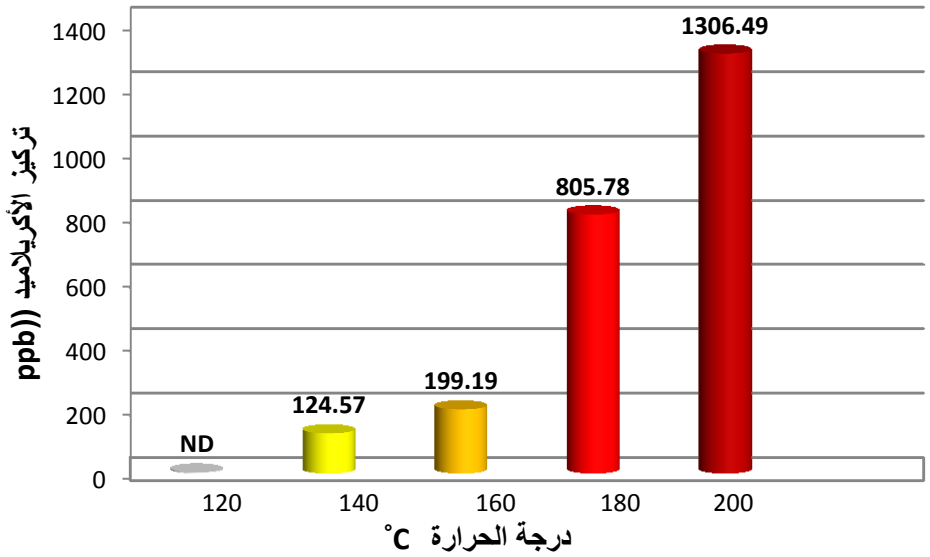
العامل المتغير		تركيز الأكريلاميد (ppb)				العامل الثابت			
		Mean ± SD	التكرارات			الحرارة°C	الزيت	الزمن min	مرات القلي
			3	2	1				
درجة الحرارة T	120°C	ND	ND	ND	ND	-	دوار الشمس	10	الأولى
	140°C	$124.6^{a} \pm 5.72$	149.3*	128.6	120.5	-	دوار الشمس	10	الأولى
	160°C	$199.2^{a,b} \pm 4.14$	200.8	194.5	202.3	-	دوار الشمس	10	الأولى
	180°C	$805.8^{b,c} \pm 29.77$	792.7	784.8	839.9	-	دوار الشمس	10	الأولى
	200°C	$1306.5^{d} \pm 24.19$	971.6*	1323.6	1289.4	-	دوار الشمس	10	الأولى
LSD		**0.921**							
نوع الزيت	زيت دوار الشمس	$^{a,b,c,e,g}199.2 \pm 4.14$	200.8	194.5	202.3	160	-	10	الأولى
	زيت النخيل	$728.539^{c,f,j} \pm 44.4$	749.7	758.5	677.4	160	-	10	الأولى
	زيت الزيتون	ND	ND	ND	ND	160	-	10	الأولى
LSD		**1.587**							
عدد مرات القلي	الأولى	$199.2^{a,b,c,g,h} \pm 4.14$	200.8	194.5	202.3	160	دوار الشمس	10	-
	الثانية	$591.2^{h} \pm 4.75$	589.3	598.3	541.2	160	دوار الشمس	10	-
	الثالثة	$1167.6^{i} \pm 2.85$	1170.3	1164.6	1167.7	160	دوار الشمس	10	-
LSD		**0.823**							
طريقة الطهي	السلق	ND	ND	ND	ND	100	ماء	20	-
	القلي	$805.8^{c,d,j} \pm 29.77$	792.7	784.8	839.9	180	دوار الشمس	10	الأولى
LSD		**1.058**							

الأحرف غير المتشابهة ضمن عمود التراكيز تشير إلي وجود فروق معنوية بين متوسطات المعاملات المختلفة عند مستوى ($P \leq 0.05$).

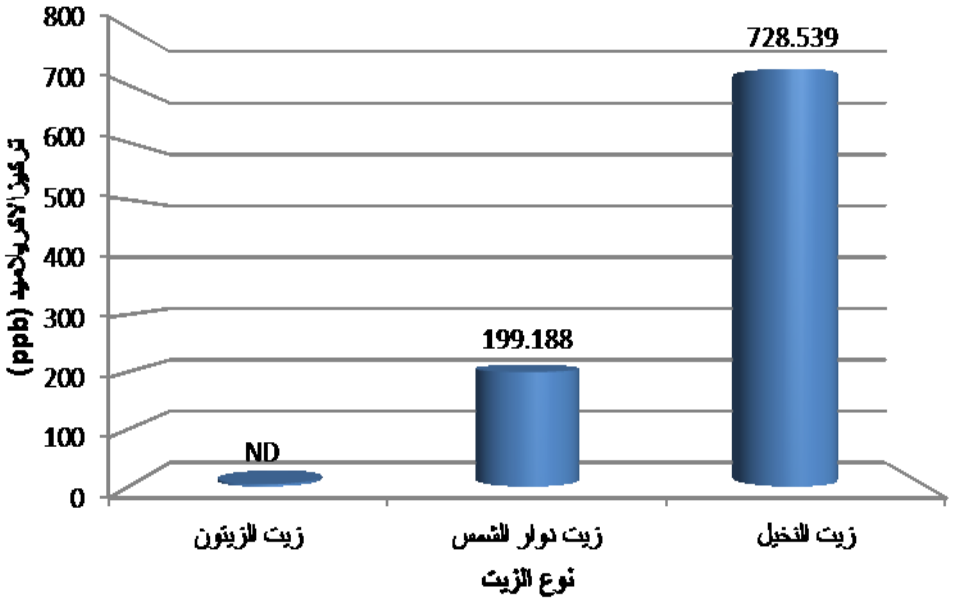
ND :- تحت حدود الكشف * : قراءة شاذة تم استبعادها



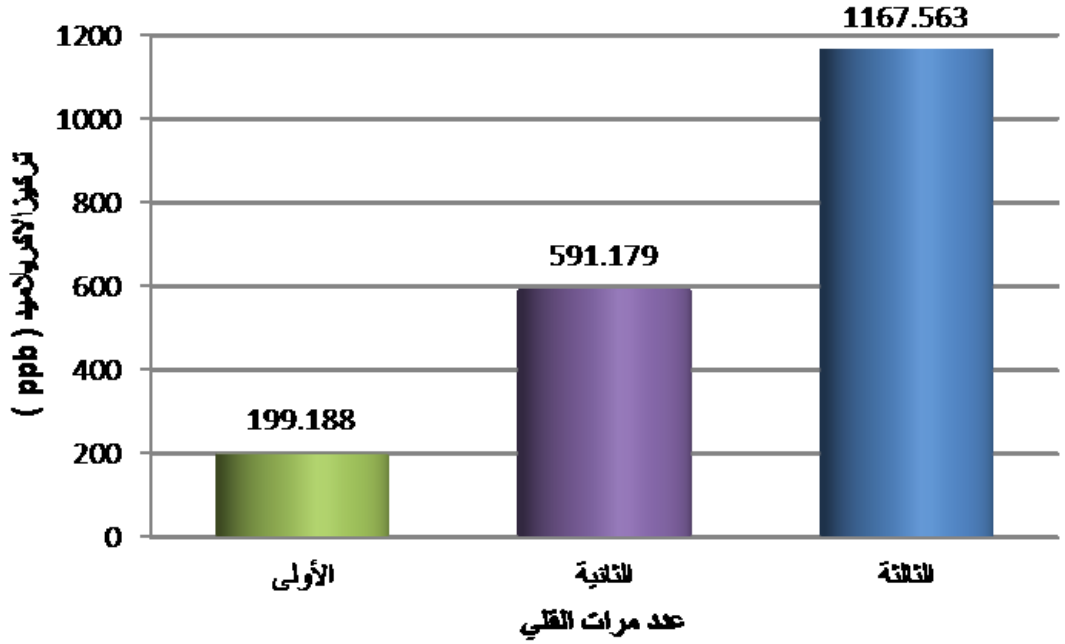
شكل (1): تشكّل الأكريلاميد في تفاعل ميلارد [22]



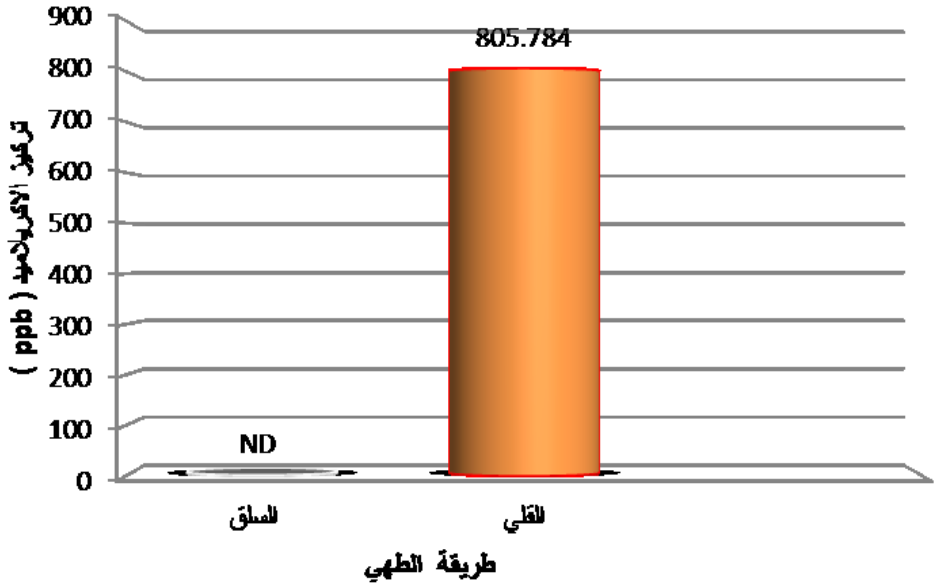
شكل (2): التمثيل البياني لتأثير درجة الحرارة على محتوى الأكريلاميد في البطاطس المقلية.



الشكل (3): التمثيل البياني لتأثير نوع الزيت على محتوى الأكريلاميد في البطاطس المقلية.



شكل (4): التمثيل البياني لتأثير عدد مرات تكرار قلي الزيت على محتوى الأكريلاميد في البطاطس المقلية.



شكل (5): التمثيل البياني لتأثير طريقة الطهي على محتوى الأكريلاميد في البطاطس.

References

1. Al-Dmoor, H. M., Humeid, M. A. and Alawi, M. A. (2004).Investigation of acrylamide levels in selected fried and baked foods in Jordan. *J. of Food, Agricultureand Environment*, 2(2): 157-165.
2. Amrein, T. (2005). Systematic studies on process optimization to minimize acrylamide contents in food. Ph. D. Thesis. Swiss Federal Institute of Technology, Switzerland.
3. Bakhtiary, D., Asadollahi, S ., Ardakani, S. A. (2013). Determination of the Amount of Acrylamide Formation during Frying of Potato in Sesame Oil, Palm Olein and the Blend of Them. *J. of Engineering Res. and Applications.,*ISSN : 2248-9622, Vol. 3, Issue 6, Nov-Dec 2013, pp.210-214.
4. Biedermann, M., Noti, A., Biedermann-Brem, S., Mozzetti, V., and Grob, K. (2002). Experiments on acrylamide formation and possibilities to decrease the potential of acrylamide formation in potatoes. *MitteilungenausLebensmitteluntersuchung und Hygiene, 93*: 668–687.
5. Brands, C. M. J., Alink, G. M., Van Boekel, M. A. J. S. &Jongen, W. M. F. (2000). Mutagenicity of heated sugar–casein systems: Effect of the Maillard reaction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, pp. 2271–2275.
6. De Vleeschouwer, K., Van der Plancken, I., Van Loey, A. and Hendrickx, M. (2008). The kinetics of acrylamide formation/elimination in asparagine–glucose systems at different initial reactant concentrations and ratios. *Food Chemistry*, 111, 719–729.
7. Eriksson ,Sune (2005). Acrylamide in food products: Identification, formation and analytical methodology. Doctoral Thesis,Dep. of Environmental Chemistry, Stockholm Uni., Sweden. p15.
8. FDA. 2002. Survey data on acrylamide in food: individual food products. Food and Drug Administration. USA.
9. Friedman, M. (2003). Chemistry, biochemistry, and safety of acrylamide: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51,* 4504-4526.
10. Gertz, C., Klstermann, S. and Kochhar, S. P. (2003). Deepfrying: the role of water from food being fried andacrylamide formation. Oleagineux, corps gras, *Lipids*,10(4): 279-303.
11. Husamo , L ., Yassin , T and Al-Mograbi ,. L . A. (2010). Investigation of Acrylamide Levels in Selected Fried Foods in Syria *Jordan J. of Agricultural Sci.,* 6(22): 262- 270.
12. Khoshnama, F., Zargar, B., Pourreza, N., and Parham, H. (2010). Acetone Extraction and HPLC Determination of Acrylamide in Potato Chips . *J. Iran. Chem. Soc.,* 7(4): 853-858.
13. Lindsay, R. (2002). Acrylamide review. (Electronic version) From http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim652.htm.
14. Napolitano, A., Morales, F., Sacchi, R. and Fogliano, V. (2008). Relationship between virgin olive oil phenolic compounds and acrylamide formation in fried crisps. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56(6): 2034-2040.
15. Owen, R. W., Giacosa, A., Hull, W. E., Haubner, R., Wurtele, G., Spiegelhalder, B. and Bertsch, B. (2000). Olive oil consumption and health: the possible role of antioxidants. *Lancet Oncology*,1.107-112.
16. Peng, L., Farkas, T., Loo, L., Teuscher, J. and Kallury, K. (2003). Rapid and reproducible extraction of acrylamide in French fries using a single solid-phase sorbent. Phenomenex Company, American Laboratory, USA. < http://www. Phenomenex.com >.
17. Salvador, M. D., Aranda. F., Gomez-Alonso,S., Fregapane,G.(2003). Influence of extraction system, production year and area on Cornicabra virgin olive oil. *Food chemistry*, 80.359-366.
18. Surdyk, N., Rosen, J., Andersson, R., &Aman, P. (2004). Effects of asparagine, fructose, and baking conditions on acrylamide content in yeast-leavened wheat bread. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *52*, 2047-2051.
19. Tareke, E., Rydberg, P., Karlsson, P., Eriksson, S., and Tornqvist, M. (2002). Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. *Journal of Agricultural and FoodChemistry, 50,* 4998-5006.

20. Tasknis, J. and Lalas, S. (2002), Stability during frying of moringaoleifera seed oil variety "periyakulam1" *Journal of food composition and Analysis*, V. 15,Iss. 1.pp.79-101.
21. World Health Organization, Food Safety Programme "Health implications of acrylamide in food: report of a joint FAO/WHO consultation, WHO, Headquarters, Geneva, Switzerland, 25-27 June 2002.
22. ZyzakD. V., Sanders, R. A., Stojanovic, M., Tallmadge, D. H., Eberhart B. L., Ewald D. K., Gruber D. C., Morsch T. R., Strothers M. A., Rizzi G. P., and Villagran M. D., (2003) Acrylamide formation mechanism in heated foods, *J. Agric. Food Chem.,* **51**, 4782-4787.

Study of factors affecting on the formation of acryl amide in the fried Potato

Shaif M. K. Saleh[1]*, Ahmed T. A. AL Sarahe[2] and Radhwan M. S. naser[1]
[1]Department of Chemistry, Faculty of Science and Education, University of Aden
[2]Department of Chemistry, Faculty of Education-Yafea, University of Aden
DOI: https://doi.org/10.47372/uajnas.2016.n1.a04

Abstract

The aim of this research is to study the effects of different frying temperatures (120, 140, 160, 180 and 200 °C), different types of frying oils (sunflower, palm and olives oils), the effect of successive frying oil (first, second and third frying) and the effect of cooking methods (boiling method, frying method) on the acryl amide content in fried potato under controlled conditions. The results obtained showed that the frying temperature, types of frying oils, frying successive, as well as cooking methods had a notable impact on the formation of acryl amide in the fried potato. The acryl amide levels (ND, 124.6±5.72, 199.2±4.41, 805.8±29.77, 1306.5±24.19 ng/g) were significantly different ($P<0.05$) at different frying temperatures (120, 140, 160, 180, 200 °C), respectively. The acryl amide levels for olive oil frying was nearly undetectable, while for palm oil and sunflower oil were 199.2, 728.6 ng/g, respectively, and 199.2, 591.2, and 1167.6 ng/g for effect successive frying oil for potato (first, second, third frying) respectively. The present study shows that acryl amide content by frying method is 805.8ng/g but it hasn't been detected when using boiling method.

Key words: Acrylamide, Fried potato, Frying conditions, Maillard reaction, HPLC-UV.