

الأكريلاميد في الطعام هل يشكل خطراً على الصحة

الدكتورة / منال محمد سيد

باحث أول - قسم الكيمياء - معهد بحوث صحة الحيوان - أسيوط

المقدمة :

تم تحضير الأكريلاميد الصناعي لأول مرة في ألمانيا عام ١٨٩٣ من قبل ماريو ولم يلق اهتماماً حتى منتصف القرن الماضي، حيث بدأ إنتاج البولي أكريلاميد ذي الاستخدامات المتعددة في الصناعة مثل : معالجة مياه الصرف الصحي وتنقية مياه الشرب وعمليات تكرير الزيت الخام وصناعة الورق والصناعات المعدنية ومعالجة التربة والرمل وفي صناعة مستحضرات التجميل. كما يستخدم البولي أكريلاميد في صناعة مواد تعبئة المنتجات. وقد لوحظ بعدئذ وجود خطر ناتج عن التعرض لجزئ الأكريلاميد الأحادي وغير المرتبط مع البولي أكريلاميد. مما أدى إلى اهتمام المنظمات الدولية ذات الصلة بصحة الإنسان إلى خطورة الأكريلاميد الأحادي وخاصة بعد اكتشاف تشكله في الغذاء بالإضافة إلى التعرض كملوث صناعي بجرعات عالية عن طريق التنفس والجهاز الهضمي.

كان اكتشاف الأكريلاميد في الأغذية النشوية (التي تتعرض لدرجات حرارة مرتفعة) من قبل إدارة الغذاء الوطنية السويدية (Swedish National Food Administration) وجامعة ستوكهولم (Stockholm University) عام 2002 بمثابة صدمة كبيرة لكثير من الباحثين مما جذب انتباه الباحثين لدراسة مستويات الأكريلاميد في الأنواع المختلفة من الأغذية، وآليات تشكله أثناء عملية أبيضه وإيجاد الحلول المناسبة لخفض مستوياته والتغلب عن سميته. وقد صنفت الوكالة الدولية لأبحاث السرطان (IARC International Agency for Research on Cancer) عام ١٩٩٤ الأكريلاميد على أنه من المركبات ذات القدرة المحتملة على إحداث السرطان عند الإنسان. كذلك قدمت منظمة الصحة العالمية (WHO) عام ٢٠٠٢ إرشادات حول نوعية المياه ومحتواها من الأكريلاميد الأحادي الناتج عن استعمال البولي أكريلاميد في تنقية مياه الشرب بحيث يجب ألا يتجاوز تركيز الأكريلاميد الأحادي عن 0,5 ميكروجرام/لتر.

تعريف الأكريلاميد :

هو مركب بلورى أبيض اللون وزنه الجزيئي 71,08 ودرجة انصهار 84,5 C. يتمتع بخاصية قطبية تجعل درجة إحلالة فى الماء عالية. صيغته الكيميائية $CH_2=CH-CO-NH_2$ (Eriksson and Karlsson, 2005).

مصادر التعرض للأكريلاميد :

أ- المصادر للأغذية :

يوجد الأكريلاميد فى سجائر التدخين بتركيز يتراوح من 2,1 ميكروجرام لكل سيجارة. وفى عام ١٩٩٧ أوضح Bergmark أن المدخنين الذين لا يعملون فى تحضير الأكريلاميد يظهرون مستوى من المركبات الناتجة عن ارتباط الأكريلاميد بهيموجلوبين الدم أعلى مرتين مما هو لدى العاملين فى تحضير هلام الأكريلاميد من غير المدخنين . كما بينت دراسة أخرى وجود ارتباط معنوى بين الأكريلاميد المرتبط بالهيموجلوبين والأكريلاميد الموجود فى غذاء شريحة من غير المدخنين، كما لوحظ أيضاً وجود ارتباط بين مستوى الأكريلاميد المرتبط بالهيموجلوبين وكمية الأكريلاميد المأخوذة من الغذاء والتبغ عند المدخنين. تعد مستحضرات التجميل مصدراً آخر لتعرض الإنسان للأكريلاميد، حيث يستخدم البولى أكريلاميد فى تشكيل هذه المستحضرات كمادة رابطة ومشكلة للقوام ومثبتة.

ب- المصادر الغذائية:

تم الكشف عن مستويات مرتفعة من الأكريلاميد تصل إلى حدود ١٠٠٠ ميكروجرام/كغ فى الأغذية النشوية المقلية أو المعاملة حرارياً عند درجات حرارة مرتفعة ودعم هذا الإعلان مباشرة من قبل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA)، حيث بينت أن رقائق وأصابع البطاطا المقلية تحتوى على مستويات عالية من الأكريلاميد تتراوح من 17 إلى 2762 ميكروجرام/كغ فى رقائق البطاطس ومن 20 إلى 1325 ميكروجرام/كغ فى أصابع البطاطس (FDA, 2002)، وقد أجريت العديد من الدراسات والأبحاث للوقوف على مستويات الأكريلاميد فى الأنواع المختلفة من الأغذية ، وآليات تشكله وإيجاد الحلول المناسبة لخفض مستوياته . (Eriksson and Karlsson, 2005)

نتائج تحليل بعض الأغذية المصنعة (Eriksson and Karlsson, 2005):

Ug/kg	اكريلاميد	الغذاء
١٨٧٠ - ٤٣٩	١٢١٠	رقائق بطاطا
٣٥٤٠ - ٤٧	١٩٠٠	كرات بطاطا كاملة (سناك)
٢١٥ - ١٥	١٢٨	رقائق دقيق القمح (سناك)
١٤٧ - ١١٩	١٣٥	حلى بطاطا مغلفة بالسكر
٦٧ - ١٧	٤٧	كراكر رز مقلية
٣٠٣ - ٤٢	١١٢	كراكر رز مشوى
	٦	كرات رز مشوية
	٣٥٩	البوشار
	٢١٣	حبوب افطار (رز بنى)
	٦٧	حبوب إفطار (ذرة)
	٣٣	حبوب إفطار (فول صويا)
	١٨	بسكويت كراكر
	٧	خبز طرى

العوامل التى تؤثر على تشكيل الأكريلاميد فى الغذاء: (Kita et al., 2004).

- * تأثير الحرارة على رقائق البطاطس : وجد أنه يزداد مستوى الأكريلاميد كلما ازدادت درجة حرارة التحمير وكذلك كلما زاد زمن القلى .
- * وجد أن أصناف البطاطس المنخفضة بالسكريات المرجعة تشكل أكريلاميد أقل .
- * وجد اختلافات كبيرة فى الأكريلاميد ضمن الصنف الواحد ، مما يدل على احتمال وجود عوامل أخرى .
- * تخزين البطاطس بالتبريد يؤدي لزيادة شديدة فى تشكيل الأكريلاميد .

* وجد أن طريقة الطبخ والإعداد والتحميص - الخبز - القلى والسلق ، وغيرها ، تؤثر في كمية الأكريلاميد المتشكلة.



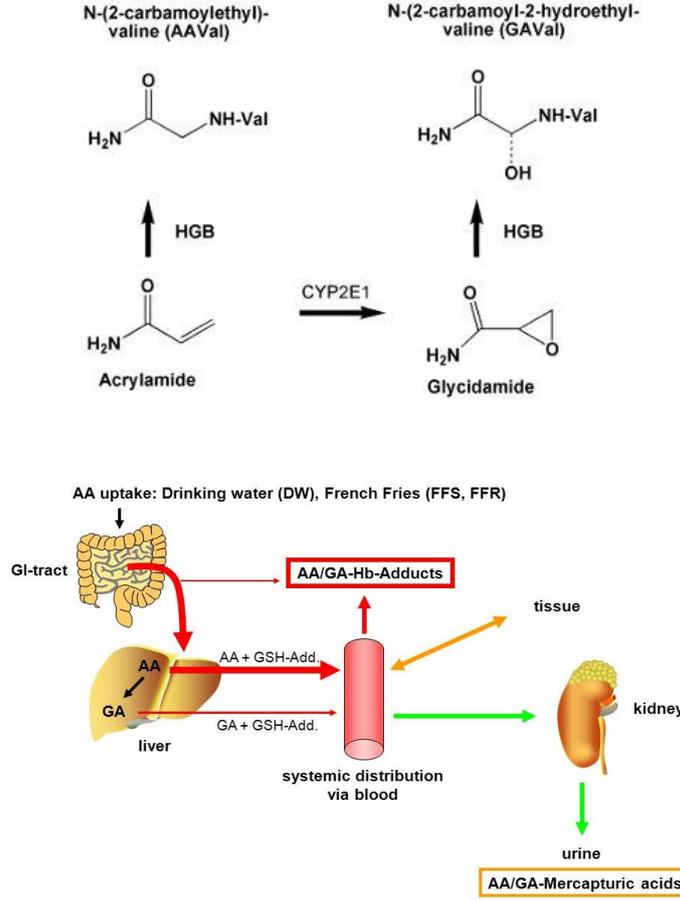
دراسات السمية :

الإستقلاب :

يمتص الأكريلاميد ويتوزع في مختلف النسيج عند الحيوان والإنسان بسبب قطبيته العالية وحجمه الصغير. أظهر تتبع الأكريلاميد الموسم بـ C14 و C13 عند الفئران أن عمر النصف للأكريلاميد ومستقلبه الفعال (الغلايسيداميد) يعادل 1,5-3,5 ساعة مما يدل على اختفائه السريع . كما أن امتصاص الأكريلاميد عند الإنسان يكون أكثر فاعلية عندما يمر عن طريق الفم بالمقارنة مع امتصاصه عن طريق الجلد.



بينت دراسات على خلايا النسيج الظهاري في الأمعاء أن الأكريلاميد يعبر أغشية الخلايا بواسطة الانتشار النشط بوجود طاقة، ثم يتم توزيعه بعد الهضم من خلال مصّل الدم إلى كل أنحاء الجسم، وقد أثبتت دراسة تفي أثر الأكريلاميد الموسّم عند الفئران وجود مستقلباته في الغدد الصماء - القلب - الدم - الكبد - الكلى - الدماغ - الرئتين ونخاع العظم والجلد (JECFA, 2006). يستقلب الأكريلاميد وفق عدة مسارات، فمن الممكن أن يتحول الأكريلاميد إلى جلايسيداميد في الكبد عن طريق تشكيل مركبات إيبوكسيد بواسطة إنزيمات الساييتوكروم المؤكسدة (CYP2E1)، ثم تنزع مجموعة الإيبوكسيد للجلايسيداميد بواسطة Epoxide Hydrolase مؤدية إلى تكوين مركب ثنائي هيدروكسي بروباناميد (2,3Dihydroxypropanamide)، أو من الممكن أن يرتبط كل من الأكريلاميد والجلايسيداميد مع الجلوتاثيون بوجود أو غياب إنزيم الجلوتاثيون الناقل ليتشكل مركبات Mercapturic تطرح في البول. حيث أكد العديد من العلماء أن معظم الأكريلاميد الداخل إلى جسم الإنسان يطرح عن طريق البول (ثلث إلى نصف الجرعة المتناولة)، ولهذا يستخدم تحليل مستقلبات الأكريلاميد في البول كمؤشرات حيوية للتعرض قصير المدى. يتخذ الجزء المتبقى من الأكريلاميد والموجود بشكل أكريلاميد أو جلايسيداميد مع الجزيئات الضخمة مثل الـ DNA والهيموجلوبين وألبومين المصل والأنزيمات ويشكلان العديد من المعقدات مع DNA (Adducts) التي تحتوى على روابط مخرّبة (Martins et al., 2007) ومن أهمها : N7-(2-carbamoyl-2-hydroxyethyl)-guanine الناتج من ضمّ الجلايسيداميد و NI-(2- carboxyethyl)-adenine الناتج من ضمّ الأكريلاميد (Amrein et al., 2005) ويعدّ الجلايسيداميد أكثر فاعلية من الأكريلاميد تجاه الـ DNA ولهذا أعتبر أنه مادة محورة جينياً (mutagenic) عند الفئران وعند خلايا الإنسان المعزولة، وأعتبر تحول الأكريلاميد إلى الجلايسيداميد مفتاح للطفرات. يمكن استخدام المركب الناتج من انضمام الأكريلاميد أو الجلايسيداميد إلى الهيموجلوبين كدليل حيوي (Biomarker) للتعرض طويل المدى للأكريلاميد، والذي يتشكل بارتباط الأكريلاميد أو الجلايسيداميد بمجموعة N-terminal valine amino - في الهيموجلوبين (Parzefall, 2008) كما في الشكل.



Acrylamide biomarkers of exposure

بيانات السمية :

حددت لجنة الخبراء المشتركة لمنظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية للمضافات الغذائية (JECFA) الجرعة الفموية للأكريلاميد المؤدية إلى سمية حادة بأعلى من 100 ملج/كج وزن الجسم، كما حددت قيمة الجرعة المميتة لنصف الحيوانات LD50 بأعلى من 150 ملج/كج من وزن الجسم (JECFA, 2006).

السمية العصبية :

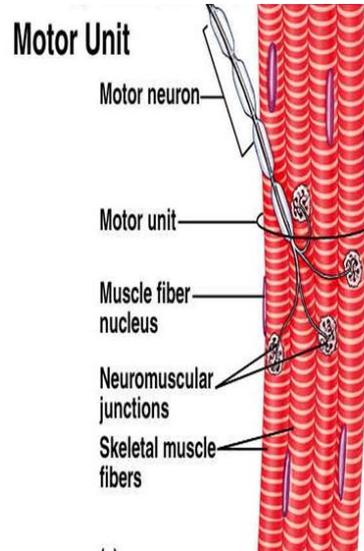
بينت الـ JECFA فى دراسات كثيرة جرت على أنواع مختلفة من الحيوانات ، أن الجملة العصبية هى الأكثر عرضة للتأثيرات السمية للأكريلاميد ، يبدأ تأثير الأكريلاميد على الأعصاب بإحداث تغيرات شكلية ، ويؤدى تكرار التعرض له إلى تلف الأعصاب المحيطية نتيجة تراكم الأذى فى مواقع السمية ، فعلى سبيل المثال لوحظ أن حقن الجرذان بالأكريلاميد داخل الغشاء المبطن للتجويف البطنى بكمية مقدارها ٥٠ ملج/كج وزن الجسم/ يوم لمدة ١١ يوم أو إعطاه عن طريق مياه الشرب بجرعة مقدارها ٢١ ملج/كج وزن الجسم/ يوم لمدة ٤٠ يوم أدى إلى نفس الدرجة من السمية العصبية، كما أدى استمرار إعطاء الجرعات إلى تلف الأعصاب فى المناطق الخاصة بالتعلم والذاكرة وبقية وظائف الإدراك فى الدماغ. كما بينت الـ JECFA أن المستوى الأعظمى للأكريلاميد الذى لا يلاحظ عنده تغير فى شكل الأعصاب عند الجرذان هو 0,2 ملج/كج وزن الجسم/ يوم بعد 90 يوم من إعطاه فى مياه الشرب .(JECFA, 2006).

وفى دراسة أجريت بقسم الباثولوجيا بكلية الطب البيطرى بجامعة أسيوط صممت بهدف التعرف على الآثار العصبية المحتملة والتغيرات التشريحية المرضية والباثولوجية والبيوكيميائية الناجمة عن الأكريلاميد فى الفئران أظهرت الفئران ترنح وضعف فى الأطراف بعد أسبوعين تلاها شلل كما فى الصورة. كما أظهرت التحاليل البيوكيميائية فى مجموعة الأكريلاميد زيادة فى مستوى الأوكسدة الفوقية للدهون، أكسيد النيتريك، السوبر أكسيد ديسموتاز والأسيتيل كولين استريز وانخفاض مستوى الجلوتاثيون. كما أظهر الفحص الباثولوجى لأنسجة المخ احتقان ونزف وتجلط الدم فى الأوعية الدموية. مع حدوث تلين فى المادة الرمادية والمادة البيضاء وتكسير لمادة الميالين وظهور Lewy like bodies واستحالات للخلايا العصبية فى قرن آمون، طبقة الخلايا التاجية، والخلايا العصبية الحركية فى جذع الدماغ والحبل الشوكي. وأظهر الفحص بالميكروسكوب الالكترونى الماسح تدهور الخلايا العصبية مع ظهور فجوات فى الخلية الدبقية وأديما حول الأوعية الدموية فى المخيخ وإزالة الميالين فى غمد الميالين، وكذا استحالات فى خلايا شوان وزيادة محتوى الكولاجين بالنسيج الخلالي للعصب الوركي (Tarek, 2015) .



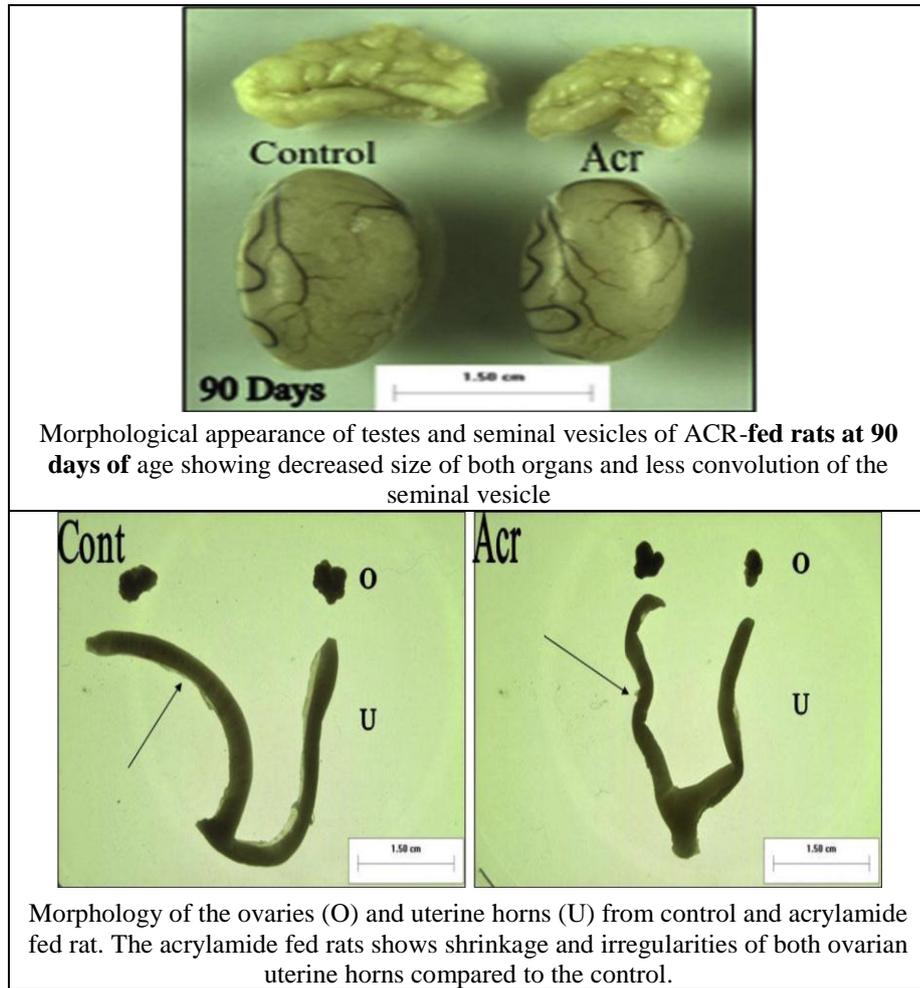
صوره تظهر ترنح وضعف في أطراف الجرذان بعد أسبوعين تلاها شلل في الأطراف
نتيجة تأثير الأكريلاميد علي نهاية الليفة العصبية في العضلة الهيكلية كما مبين في الشكل
التالي :

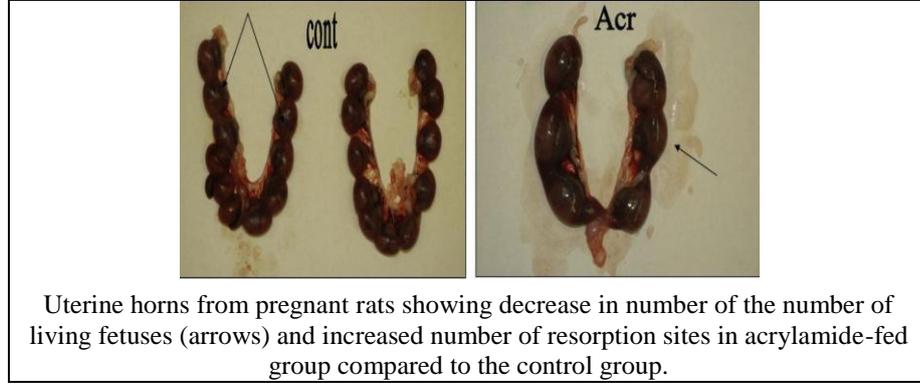
These clinical signs may be due to acrylamide toxicity which produces degeneration in motor nerve terminal and endplate, so it affected the innervations of muscle



التأثير على الخصوبة :

بنيت دراسات التكاثر أن تعريض ذكور الجرذان لجرعة فموية يومية أكبر أو تعادل 7 ملج/كج وزن الجسم/ يوم أدى إلى حدوث انخفاض الخصوبة والتغير في شكل وعدد الحيوانات المنوية في حين لم يلاحظ أى تأثيرات سلبية على الخصوبة عند الإناث ولوحظ فقط انخفاض وزن المواليد عند جرعات فموية 2,5 ملج/كج وزن الجسم/يوم (JECFA, 2006).





صورة توضح تأثير الأكريلاميد علي الجهاز التناسلي الذكري والأنثوي في الجرذان
(ALKarim et al., 2015)

التأثير على التطور :

أظهر الأكريلاميد تأثيراً سميماً على الأجنة عند الفئران عند تقديم جرعات فموية للأمهات تعادل ٤٥ ملج/كج وزن الجسم/يوم ، وكانت قيمة NOAEL فهي مساوية لـ ٢ ملج/كج وزن الجسم/يوم من أجل تأثيرات الأكريلاميد على الإنتاجية والتطور معاً خلال ١٠ أيام ، (JECFA 2006) .

إحداث السرطان : Carcinogenicity

صنفت الوكالة الدولية لأبحاث السرطان (IARC) الأكريلاميد كمادة ذات قدرة محتملة على إحداث السرطان عند الإنسان وذلك بالاعتماد على التجارب الحيوية التي أظهرت تأثيرات متسرطنة لأنسجة عديدة عند الجرذان والفئران.

أظهرت دراسة أجريت على الجرذان أعطيت جرعات من الأكريلاميد بنسب تراوحت 0-2 ملج/كج وزن الجسم/ يوم في مياه الشرب لمدة سنتين، أدى إلى تشكل أورام تركزت في الغدة الدرقية والرئة وغدة الثدي والغدة البظرية والدماغ ، بينما أدت الجرعات الأعلى من 2 ملج/كج وزن الجسم/ يوم إلى زيادة الأورام في الغدة الدرقية وغدة الثدي والجملة العصبي المركزية والتجويف الفموي والرحم والغدة البظرية (JECFA, 2006) . كما بين Clement et

al. (2007) إن معاملة خلايا ظهارية بشرية بتركيز منخفضة من الجلايسيداميد (١ ميكرومول - ١ ميلي مول) أدى إلى زيادة نظم الحماية الخلوية كزيادة الأنزيمات التي تحفز ارتباط الجلوتاثيون مع السموم والأنزيمات التي تحمي الخلية من المركبات السامة، وهذا يعد مؤشر مهم للورم، بينما أدت التركيزات الأعلى من الجلايسيداميد إلى ظهور مؤشرات لتطور الأورام كزيادة منشطات الهرمونات الإسترودية وحاثات النمو. كما بين (Koyama et al. ٢٠٠٦) أن السمية الجينية للجلايسيداميد بالنسبة للخلايا اللمفاوية البشرية أعلى من السمية الجينية للأكريلاميد، حيث ظهرت السمية الجينية للخلايا اللمفاوية المدروسة عند ترميز أعلى أو يعادل ٠,٥ ميلي مول بالنسبة للجلايسيداميد وأعلى من ١٠ ميلي مول بالنسبة للأكريلاميد.

من الجدير بالذكر أن جميع الدراسات التي أثبتت أن الأكريلاميد مسبب للسرطان وسام عصبياً ومؤثر على التكاثر عند الحيوانات، قد نفذت باستخدام الأكريلاميد النقي وليس الأكريلاميد المتشكل في الغذاء، وأن الأكريلاميد المتشكل في المادة الغذائية هو أحد نواتج تفاعل ميلارد التي لها تأثيرات مختلفة ومتعكسة فيما يتعلق بالأكسدة والتحول الجيني والتأثير المسرطن والتحسس، مما يجعلها تلعب دوراً منشطاً أو مثبطاً لتأثير الأكريلاميد السلبي في الجسم، ومن هنا يتبين أهمية إجراء دراسات أعمق على تشكل الأكريلاميد ضمن منظومة تفاعل ميلارد وتأثيراته السمية (Friedman, 2003). ويؤكد الدكتور مصطفى عبد الرازق نوفل أستاذ علوم وتكنولوجيا الأغذية بجامعة الأزهر (٢٠٠٣) أن المعلومات المتاحة حالياً عن مستويات وجود الأكريلاميد في الأغذية غير كاملة وأن مدي خطورة هذه المادة لإحداث الأورام في الإنسان غير مقدرة حني الآن، ومع ذلك فهناك بعض النصائح الأساسية يمكن للمستهلك البدء في تطبيقها لتقليل أي مخاطر صحية محتملة :

أولاً: عدم زيادة التحمير أو الطبخ لأي غذاء بمعنى عدم إطالة مدة الطبخ أو تعريض الغذاء لحرارة عالية، فزيادة مدة التحمير عن الحد المناسب بحيث تصبح الأغذية المحمرة ذات لون داكن أو بها أجزاء بنية اللون أو محترقة، يزيد من كمية الأكريلاميد المحتمل تكونها بدرجة كبيرة. وهذه النصيحة لا تتعارض مع ضرورة طبخ الأغذية، وخصوصاً اللحوم بمنتجاتها بدرجة كاملة للقضاء علي ما تحمله من ميكروبات ممرضة.

ثانياً : يفضل تناول الأغذية المطبوخة منزلياً لضمان عدم تعريضها لحرارة عالية مع تجنب أغذية المطاعم ومنشآت تقديم الوجبات السريعة، لأنها تستخدم عادة الحرارة العالية وتكرر التحمير في الزيت عدة مرات مما يمثل خطورة صحية.

ثالثاً : يفضل تجنب شراء منتجات الأغذية المحمرة الجاهزة، مع عدم كثرة تناول المنتجات التي تم تحضيرها بالحرارة العالية علي صورة رقائق مثل : حبوب الإفطار كورن فيليكس ومنتجات الحبوب المشابهة.

رابعاً : عدم تقطيع الأغذية إلي شرائح رقيقة عند تحميرها أو طبخها أو معاملتها بالحرارة العالية في الشوي، لتزايد كمية ما قد يتكون فيها من الأكريلاميد، لذلك يفضل أن يكون قرص الطعمية سميكاً مع عدم زيادة تحميره وتغيير زيت التحمير بصورة دائمة.

خامساً : يجب تجنب حجم وطول قطع الغذاء المراد طبخه أو تحميره لكي يحدث توازن ما بين معدل انتقال الحرارة إليه ومعدل فقده للرطوبة، مما يحمي قطع الغذاء من التعرض لحرارة طبخ وتحمير زائدة، تزيد من تكوين الأكريلاميد وغيره من المواد الضارة، مع ضرورة سرعة فصل أي أجزاء متفحمة أو محترقة بمجرد تكونها أثناء التحمير لتجنب تحولها إلي مركبات ضارة تنتقل بسهولة خلال زيت التحمير إلي الغذاء الجاري تحميره فيصبح مصدر خطر علي المستهلك له.

سادساً : من الخطأ علمياً التركيز علي مادة ضارة واحدة مثل الأكريلاميد أو حتي علي غذاء واحد مثل البطاطس المحمرة كسبب لإحداث الأورام، فالأكثر أهمية هو محصلة ما يتناوله المستهلك في وجباته اليومية، فإذا كانت هناك الخضراوات والفواكه والتوابل والأعشاب الغذائية وغيرها، فيجب التنوع والتوازن في تناول الأغذية الطبيعية المختلفة للاستفادة من العناصر الفعالة والمفيدة صحياً.

الخلاصة :

مما سبق يمكننا القول :

- ١- أن استخدام الحرارة في الطبخ ممارسة بالغة القدم في تاريخ البشر، لذلك لا يمكن تأكيد أو نفي في الوقت الحاضر خطر الأكريلاميد الآتي من مصادر غذائية، يدعم ذلك فقد الأكريلاميد نصف فعاليته بعد بضع ساعات في كبد الإنسان.
- ٢- مجمل النتائج الحديثة تدعم النتائج السابقة حول تقييم الخطر والتي تبين أن الأكريلاميد يشكل حالة اهتمام لصحة الإنسان.
- ٣- ضرورة وضع خطوط إرشادية لصناعة الأغذية لتخفيض مستوى الأكريلاميد عبر طبع نشرات وغيرها من وسائل التواصل.
- ٤- إعطاء النصائح للمستهلكين ووضع خطوط إرشادية للطبخ في المنزل.
- ٥- المحافظة على إجراء تحديث لتقييم الخطر.

المراجع:

- ١- مصطفى عبد الرازق نوفل (٢٠٠٣): دراسة علمية تؤكد: الأكريلاميد.. الشر القادم من الغذاء! مطلوب الكشف عن الأكريلاميد في غذاء المصريين اليومي الشيبسي ومنتجات المخابز والأسماك المقلية علي قائمة الخطر. الأهرام. العدد ٤٢٤١٦ السنة ٢٣ ١٢٦ يناير ٢٠٠٣ .
- 2- ALKarim S, ElAssouli S, Ali S, Ayuob N, ElAssouli Z (2015) Effects of low dose acrylamide on the rat reproductive organs structure, fertility and gene integrity. Asian Pacific Journal of Reproduction; 4(3): 179-187.
- 3- Amrein TM, Schönbacher B, Escher F, Amadò R. (2005): Factors influencing acrylamide formation in gingerbread. Adv Exp Med Biol., 561:431-46.
- 4- Basma tarek (2015): Neuroprotective effect of Garlic oil, L-cysteine and Thymoquinone in acrylamide induced neurotoxicity in albino rats. M.V. Sc. Department of Pathology and Clinical Pathology Faculty of Vet. Med. Assiut Uni. Egypt.

- 5- Clement FC, Dip R, Naegeli H. (2007): Expression profile of human cells in culture exposed to glycidamide, a reactive metabolite of the heat-induced food carcinogen acrylamide. *Toxicology*, 240(1-2):111-24.
- 6- Eriksson S, Karlsson P (2005): Some analytical factors affecting measured levels of acrylamide in food products. *Adv Exp Med Biol.*, 561:285-91
- 7- Friedman M.(2003): Chemistry, biochemistry, and safety of acrylamide. A review. *J Agric Food Chem.*, 51(16):4504-26.
- 8- JECFA (FAO/WHO Expert Committee on Food Additives World Health Organization) Geneva.(2006):Safety evaluation of certain contaminants in food. Prepared by the Sixty-fourth meeting of the Joint FAO Food Nutr Pap. 2006;82:1-778.
- 9- Kita A, Bråthen E, Knutsen SH, Wicklund T. (2004): Effective ways of decreasing acrylamide content in potato crisps during processing. *J Agric Food Chem.*, 52(23):7011-6
- 10- Koyama N, Sakamoto H, Sakuraba M, Koizumi T, Takashima Y, Hayashi M, Matsufuji H, Yamagata K, Masuda S, Kinae N, Honma M. (2006): Genotoxicity of acrylamide and glycidamide in human lymphoblastoid TK6 cells. *Mutat Res.* , 603(2):151-8.
- 11- Martins C, Oliveira NG, Pingarilho M, Gamboa da Costa G, Martins V, Marques MM, Beland FA, Churchwell MI, Doerge DR, Rueff J, Gaspar JF.(2007):Cytogenetic damage induced by acrylamide and glycidamide in mammalian cells: correlation with specific glycidamide-DNA adducts. *Toxicol Sci.*, 95(2):383-90.
- 12- Parzefall W. (2008): Minireview on the toxicity of dietary acrylamide. *Food Chem Toxicol.* 2008 Apr;46(4):1360-4.
IARC (1994): Acrylamide. Review. *Monogr Eval Carcinog Risks Hum.* , 60:389-433.
- 13- WHO (2002): To hold urgent expert consultation on acrylamide in food after findings of Swedish National Food Administration. *Cent Eur J Public Health.*, 10(4):162, 173.