تأثير الحامضية ومدة الطبخ في تلوث الاطعمة المحضرة في اواني الزجاج والالمنيوم والستيل والتيفال المستخدمة في المطابخ العراقيه

جاسم محمد عبد الحسين

قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة بابل – العراق

المستخلص

اجريت هذه الدراسة لتحديد تاثيرالحامضيه ومدة التسخين في تلوث الاطعمه المعدة باستخدام انواع عديده من الاواني المستخدمه في المطبخ العراقي وهي الزجاج والالمنيوم الخفيف والالمنيوم الثقيل والستيل والتيفال. حيث تم تعيين تركيز الالمنيوم والحديد والرصاص في هذه الاطعمه بتعريض الطعام المستخدم الى مدد زمنيه مختلفة وبقيم داله حامضيه مختلفة وذلك باستخدام مطيافية الامتصاص الذري اللهبي . بينت النتائج ان اناء الزجاج لم يلوث الطعام باي من العناصر اعلاه في حين يزداد تلوث الطعام بعنصر الالمنيوم متجاوزا الحدود المسموحه بزيادة مدة التسخين وزيادة حامضيه النموذج عند استخدام اواني الالمنيوم الخفيف او الثقيل. سجل عنصر الحديد ثباتا مقبولا في حالة استخدام اناء الزجاج والالمنيوم الخفيف في حين سجل زياده ملحوظه في حالة استخدام اناء الالمنيوم الثقيل اواناء التيفال ، في حين سجلت اواني الستيل واواني التيفال ثباتا عاليا من الايونات المهاجرة من الالمنيوم. سجلت اواني الستيل زيادة عاليه من الايونات المهاجرة من الحديد تجاوزت الحدود المسموح بها . ازدادت التوصيليه كلما زادت نسبة الايونات المهاجرة من الطور الصلب (الاناء) الى الطور السائل (محلول الغذاء).

المقدمة

ان موضوع تلوث الطعام خلال عمليات خزنه واعداده وطهيه من المواضيع التي اهتمت بها منظمة الصحه العالميه (WHO) حيث تتسرب مواد كيمياويه ضاره الى الطعام اثناء خزنه واعداده وطهيه مما يتسبب في جعل الطعام ملوثا ومسببا تسمم غذائي آنيا اوناقلا للمواد الكيمياويه المضره غير الضروريه لجسم الانسان مسببة امراض مختلفه، وان اغلب الاواني والحاويات المستعمله في خزن واعداد وطهي الطعام مصنوعة من الالمنيوم والحديد المقاوم للصدا والاواني المطليه بمادة التيفال ونتيجة لعملية الطبخ التي تتضمن اضافة مواد حامضيه الى الطعام ورفع درجة حرارته فان جزء من المواد المصنوعه منها هذه الاواني تهاجر الى مادة الطعام مسببه تلوثه بها ، ولكون عنصر الالمنيوم ذات سميه عاليه مقارنة بالحديد فقد اهتم الباحثون بموضوع تلوث الطعام بهذا العنصر من جراء خزنه واعداده وطهيه في الاواني المصنوعة منه (١). الالمنيوم فلز ابيض صلب درجة انصهاره ٦٦٠ م في الظروف الاعتياديه يستطيع ان يقاوم التاكل وذلك لتكون طبقه ملتصقه بشده على سطحه من اوكسيده Al_2O_3 (٢). وفي درجات الحراره الاعتياديه تبقى طبقة الاوكسيد ثابته ضمن مديات من الحامضيه (٤.٥ – ٨.٧) (٣).

يمكن ان يتفاعل اوكسيد الالمنيوم الخارجي الملامس للجو مع الحوامض والقواعد لكونه امفوتيري وكما يلي (٤) :

$$Al_2O_{3(s)} + 6HCl_{(aq)} \longrightarrow 2AlCl_{3(aq)} + 3H_2O_{(l)}$$

$$Al_2O_{3(S)} + 2NaOH_{(aq)} + 3H_2O_{(l)} \longrightarrow 2NaAl(OH)_{4(aq)}$$

ان معدن الالمنيوم يعتبر فلز فعال مع الحوامض والقواعد بالرغم من عدم تفاعله لذلك فعند زوال طبقة الاوكسيد من سطحه يشرع بالتفاعل كفلز مع الحوامض والقواعد كما يلي (٥) :

$$2Al_{(S)} + 6HCl_{(aq)} \longrightarrow 2AlCl_{3(aq)} + 3H_{2(g)}$$

$$2Al_{(s)} + 2NaOH_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2NaAlO_{2(aq)} + 3H_{2(g)}$$

يستخدم الالمنيوم في صناعة اواني الطبخ وذلك لتوصيليته الحراريه الجيده ولكنه يتآكل كما ذكر اعلاه عند تعرضه لمحاليل الحوامض العضويه ومحاليل والاملاح وتزداد سرعة التآكل في المحاليل المخففه.ويمكن تحسين خواص الالمنيوم (زيادة صلادته ومقاومته للتاكل) وذلك بتسبيكه مع كميات صغيره مع بعض الفلزات ومن اهم سبائكه هي الديورال المنيوم والمكناليوم وبرونز المنيوم والتي تستخدم في صناعات عديده ومنها صناعة اواني الطبخ والمعروفه بالفافون الثقيل (٦) . في الظروف الحامضيه وفي درجات الحراره العاليه (عمليات طبخ الاغذيه) ومع ازدياد

زمن الطبخ يزداد تفاعل طبقة اوكسيد الالمنيوم مع الحوامض او القواعد استنادا الى قوانين الحركيات الكيمياويه (٧).

ان كمية الالمنيوم الذي يتناوله الانسان يوميا هي ٢-٣ مغم/يوم في حالة الاشخاص الطبيعيين (الغير مرضى) وسوف لايحدث اي تراكم للالمنيوم في انسجة اجسامهم وفي حالة تناول كميه اكبر من ذلك اما في حالة الاشخاص الذين لديهم فشل كلوي فانه سوف يحصل تراكم للالمنيوم في انسجة الجسم المختلفه وخاصة في العظام حيث يتنافس الالمنيوم مع الكالسيوم لتكوين فوسفات الالمنيوم ويتراكم ايضا في الدماغ حيث يتنافس مع الحديد حيث يتحد مع البروتين المسمى (transferrin) مكونا معقد يتكدس في خلايا الدماغ مسببا مرض الزهايمر (الخرف) (٨) . يوجد الالمنيوم في المياه والاطعمه بنسب طبيعيه مقبوله لا تتجاوز ٢٠٠ ميكروغرام / لتر، ان زيادة كمية الالمنيوم في الاطعمه البشريه هو نتيجة لاستخدام الالمنيوم في صناعة اواني الطبخ وحاويات حفظ الالطعمه (٩,١٠). كما ان استخدام مضادات الحموضه (هيدروكسيد الالمنيوم) كدواء احد المصادر في زيادة كمية الالمنيوم الداخله الى جسم الانسان (١٢,١١). لقد قام ايكانيم وجماعته سنة ٢٠٠٧ بدراسة مكونات اللحوم المعلبه والادويه المغلفه والمشروبات المعلبه بعنصر الالمنيوم من الحاويات المصنوعه منه حيث ثبتت تلك الدراسة ان كمية ايونات الالمنيوم في هذه النماذج قد ازدادت بعد عملية الحفظ مما كان عليه قبل الحفظ مما يجعلها ملوثه بهذا العنصر (١٣). لقد اجرى مركز السلامه الغذائيه في هونك كونك دراسه حول تلوث الطعام بالالمنيوم حيث تم تعيين مستوى الالمنيوم في منتجات غذائيه معلبه مختلفه تحتوي على مضافات حافظه للطعام يدخل الالمنيوم في تركيبها حيث ذكرت هذه الدراسه ان الحدود المسموحه لتناول الالمنيوم الاسبوعي المحدده من قبل منظمة الصحه العالميه هي ١مغم/كغم من جسم الانسان وكانت نتائج هذه الدراسه هي ان معدل مستوى الالمنيوم في هذه الاطعمه مرتفعا وكان بحدود ١٠٠ – ٣٠٠ مغم (المنيوم) / كغم (طعام معلب) (١٤) . ان تناول الغذاء الملوث بالالمنيوم بتراكيز ٥٠-١٠٠ مغم/كغم في اليوم الواحد يسبب امراض متعدده في الجهاز العصبي (١٥) وفقر الدم (١٦) والكلى (١٧) والكبد والطحال (١٩,١٨) . لقد درس الباحثين محمد الشحنه وخليل صهيوني سنة ٢٠٠٦ دراسة حامضية بعض المحاليل الغذائيه مع اواني الطبخ المصنوعه من الالمنيوم المستخدمه في المطابخ السوريه مبينا ان زيادة حامضية الاطعمه الطبوخه تزيد من نسبة الايونات المهاجره من الطور الصلب(الاناء)الى الطور السائل الغذاء كما بينا ان تركيز ايونات الرصاص المهاجرة هي ضمن الحدود المسموحه لها ٠.١ مغم/مل (٢٠). ان التركيز الطبيعي للالمنيوم في بلازما الدم هو (١-٢ ملغم /لتر) وان ٩٠% من المنيوم بلازما الدم يتحد مع المركب البروتيني الترانسفيرين (٢١). يتحد الالمنيوم الداخل الى دم الانسان مع مركب (transfrrin) وينافس الحديد في هذه العمليه وقد وجد ان حامض السياليك في سلسلة الكاربوهيدرات الموجوده في الدم يزيد من قابلية ارتباط الالمنيوم مع مركب (transfrrin) (٢٢). لقد بين الباحث فهد الحازم ان تناول حليب الجمال مفيد جدا في تقليل سمية الالمنيوم الداخل للجسم (٢٣).

تستخدم املاح الالمنيوم كمضادات للتعرق التي توضع على السطح الخارجي لجسم الانسان وتعتبر هذه المضادات من مصادر زيادة نسبة الالمنيوم عن طريق امتصاصها من خلال الجلد مما يزيد من مخاطره (٢٤). تم تحسين اواني الطبخ وذلك بطلائها بمادة متعدد تترافلورو اثلين المعروفة بالتيفال وتستخدم حاليا بشكل واسع في عمليات الطبخ المنزلي (٢٥) . لقد بينت الهيئه الخاصه بسياسة الامور الطبيه للتغذيه والطعام في المملكه المتحده في تقرير نشرته يتعلق بالنواحي الغذائيه ذات العلاقه بتطور مرض السرطان اشار الى ان اللحوم الحمراء لها علاقه كبيره بمرض السرطان وان عنصر الحديد الذي يتواجد بنسبه عاليه في هذه اللحوم (١٠٠غم من اللحم يحتوي على ٣-٥ غم من الحديد) هوالذي يساهم بصوره كبيره في هذه العلاقه وان نقص الحديد يسبب مرض الانيميا (٢٦). يعتبر الالمنيوم والحديد من العناصر ذات الوجود العالي في القشره الارضيه حيث تكون كميتهما ٨١٠٠٠ جزء بالمليون و ٥١٠٠٠ جزء بالمليون على التوالي في حين يعتبر الرصاص من العناصر النادره في القشره الارضيه حيث تكون كميته ١٢.٥ جزء بالمليون وان المعدل اليومي لدخول عنصر الحديد والرصاص والالمنيوم الى جسم الانسان عن طريق الغذاء والماء والهواء هو ١٥.٠٨٤ مغم / يوم و ٠.٣٤٦ مغم/ يوم و ٢.٥ مغم / يوم على التوالي(٢٧).

تهدف الدراسة الى بيان تأثير الحامضية ومدة التسخين في تلوث الأطعمة المعدة في اواني مصنوعه من الزجاج والالمنيوم والستيل والتيفال وذلك بتعيين الايونات المهاجرة من الطور الصلب (الاناء) الى الطور السائل (محلول الطبخ) باستخدام تقنية المطيافية الذرية اللهبية .

المواد وطرق العمل

تحضير محاليل الطبخ:

حضرت محاليل الطبخ بدلالة نسبة الوزن (مواد غذائيه)الى حجم (ماء مقطر)حيث اخذ ٥٠٠ غم من مواد الطبخ (١٠٠ غم طماطم +١٠٠ غم بطاطا+١٠٠غم بصل +١٠٠غم حمص +١٠٠غم ملح طعام) واضيف اليها ٥٠٠ مل من الماء العادي (ماء الحنفيه) .

دراسة تأثير مدة التسخي:

اخذت محاليل الطبخ المحضره اعلاه وطبخت على نار طباخ غازي منزلي واخذت نماذج من هذه المحاليل بفترات زمنيه مختلفه (٤٥ دقيقة ، ٩٠ دقيقة ، اكثر من ٩٠ دقيقة) ولكل نوع من انواع اواني الطبخالمستخدمه في هذا البحث وقيست امتصاصياتها واستخرج تركيزها من منحنيات المعايره.

دراسة التوصيليه الكهربائيه:

قيست التوصيليه الكهربائيه لنماذج محاليل الطبخ بفترات التسخين المذكوره اعلاه ولكل نوع من انواع اواني الطبخ.

تحضير المحاليل العياريه:

حضر محلول مرجعي بتركيز ١ جزء بالمليون وحضرت منه سلسلة من المحاليل العيارية تحتوي على تراكيز متتاليه من الالمنيوم (١٥٠ and ١٠٠ ، ٥٠ ، ٢٥) جزء بالمليون وكذلك بالنسبه للحديد والرصاص.

منحنيات المعايره:

درست العلاقه الخطيه بين الامتصاصيه والتركيز وذلك بقياس امتصاصية سلسلة المحاليل العيارية لكل من الالمنيوم والرصاص والحديد .

تظهرمنحنيات المعايره وجود علاقه خطية بين الامتصاصيه والتركيز مما يبين امكانية تطبيق قانون لامبرت– بيرلايجاد تركيز تلك العناصر في النماذج المدروسه بدقه عاليه . قيست امتصاصيات الالمنيوم والرصاص والحديد من العينات المدروسه وسقطت هذه الامتصاصيات على منحني المعايره للعنصر المعني.

دراسة تاثير حامضية المحاليل :

حضرت محاليل الطبخ وفق النسب المذكورة سابقا وضبطت حامضيتها بالقيم 5,4,3واخذ اناء الالمنيوم الخفيف كنموذج لاواني الطبخ واستخدمت مدة التسخين النموذجية لاعداد طعام جاهز (ساعتين)وقيست كمية الالمنيوم في محلول الطعام باستخدام مطيافية الامتصاص الذري اللهبي بطريقة تسقيط الامتصاصية على منحني المعايرة للالمنيوم.

الاجهزة المستخدمه:

١–جهاز مطيافية الامتصاص الذري اللهبي من نوع Varian Spectra AA220 والذي يعمل بتقنيتي اللهب و التذريه الكهروحراريه .

حيث استخدمت التقنيه الاولى في حالة تعيين الحديد والرصاص في حين استخدمت التقنيه الثانيه في حالة تعيين الالمنيوم باستخدام فرن الكرافيت والشعله هي غازي الاستلين / NO_2 .

٢–جهاز قياس التوصيليه الكهربائيه نوع INOLAB.

النتائج والمناقشة

نلاحظ من خلال جدول (٢) ان كمية الالمنيوم الموجودة في محلول الطبخ عند استخدام اناء الزجاج هي ppm 0.25 واعتبرت هذه الكمية هي الخلفية لكمية الالمنيوم في محلول الطبخ المستخدم وكذلك بالنسبة للحديد والرصاص ،وعند استخدام اواني معدنية اخرى فنلاحظ ازدياد هذه الكمية للعنصر المصنوع منه تلك الاواني وتزداد هذه الكمية كلما زادت مدة الغليان وكلما زادت حامضية المحلول الغذائي .اما بالنسبة لنوع اناء الالمنيوم (خفيف،ثقيل) فنلاحظ انهما متقاربان في مقدار التلوث بالالمنيوم ، بينما ابدى الالمنيوم الثقيل زيادة في كمية الحديد وزيادة طفيفة في كمية الرصاص ويمكن تفسير زيادة الحديد الى سببين هماان الحديد يدخل في صناعة الالمنيوم الثقيل والسبب الثاني هنالك بعض الاجزاء من القدر مصنوعة من الحديد الخالص وهذه الاجزاء في تماس مباشر مع الغذاء داخل القدر ،ابدى اناء التيفال استقرارية عالية ضد التلوث بالالمنيوم في حين وجد هناك تلوث ملحوظ من عنصر الحديد ويعزى ايضا الى ان جسم اناء التيفال هو من الحديد الجدار الداخلي له مطلي بمادة التيفلون (التيفال) وايضا توجد بعض الاجزاء من هذا الاناء في تماس مباشر مع الغذاء تفسر هذه الزيادة في الايونات المهاجرة كلما زادت مدة التسخين والحامضية الا ان طبقة الاوكسيد المتكونة على سطح الاناء تتفكك بفعل الحرارة او الحموضة او كليهما كما ذكر في المقدمة، وبالنسبة لاناء الستيل فان الطبقة الخارجية للستيل تكون ضعيفة تجاه الحرارة والحموضة مما يؤدي الى هجرة ايونات

الحديد من الطور الصلب الى الطور السائل.نلاحظ من الجدول(٢) ان اواني الطبخ على مختلف انواعها لا تبدي أي مساهمة لتلوث الطعام بعنصر الرصاص الخطر على صحة الانسان وتقع جميع القيم المستحصلة وضن خلفية الطبيعية في الانواع المختلفة من مواد الطعام . يبين جدول (٣) قيم التوصيلية المولارية لمحاليل الطبخ وتبين النتائج ان التوصيلية تزداد كلما زادت مدة التسخين وهذا يتطابق مع النتائج المستحصلة من طريقة الامتصاص الذري اللهبي .ويبين الجدول (٤) تأثير الحامضية على تلوث الاواني المصنوعة من الالمنيوم الخفيف بهذا العنصر عند تعرض الطعام امدة تسخين ساعتين وتبين نتائج هذه الدراسة ان التلوث يصبح عاليا كلما زادت الحامضية .

التوصيات

من خلال النتائج المستحصلة من هذا البحث والتي تخص موضوع التلوث الغذائي ووفق توصيات منظمة الصحة العالمية نوصي بما يلي:

١- للحصول على غذاء خالي من تلوث أي ايونات فلزية مهاجرة من اناء الحفظ او اناء الاعداد او اناء الطهي توصي باستعمال اواني الزجاج المقاوم للحرارة بالرغم من غلاء اسعارها .

٢- ترك اواني الطبخ المصنوعة من الالمنيوم وعدم استخدامها لهذا الغرض ويمكن استخدامها لاغراض منزلية اخرى غير عملية الطبخ واعداد الطعام .

٣- لا يفضل استخدام اواني الستيل في ظروف الطبخ القاسية(مدة تسخين طويلة، حامضية عالية ٤- يمكن استخدام اواني التيفال لكفائتها في عدم تلوث الطعام عند استخدامها ، ويجب نلاحظ صلاحية طبقة التفلون لذلك .

٥- الحفاظ على الطعام اثناء طبخه بدالة حامضية مقاربه الى (٧) ويمكن رفع او خفض الدالة الحامضية بعد الانتهاء من عملية الطبخ .

٦- ضبط زمن الطبخ الكافي وعدم ترك الطعام تحت عملية التسخين الغير ضرورية حيث تؤثر هذه المرحلة الغير ضرورية تاثير كبير على عملية تلوث الطعام بفلزات اناء الطبخ.

جدول ١. سلسلة المحاليل العيارية للالمنيوم والرصاص والحديد والامتصاصيات المقابله لها.

الالمنيوم Al		الرصاص Pb		الحديد Fe	
التركيز(مغم/لتر)	الامتصاصية	التركيز(مغم/لتر)	الامتصاصية	التركيز(مغم/لتر)	الامتصاصية
٠	0.00	0	0.00	0	٠.٠٠
25	0.60	0.02	0.63	25	٠.٨٦
50	1.20	0.05	1.38	50	1.50
100	2.40	0.08	2.50	100	3.00

جدول ٢. تراكيز الالمنيوم والحديد والرصاص في نموذج الطعام بازمان غليان مختلفة.

نوع اناء الطبخ	مدة الغليان (دقيقه)	[Al]ppm	[Fe]ppm	[Pb]ppm
زجاج	اكثر من ٩٠	0.25	0.44	0.10
المنيوم خفيف	٤٥	2.50	0.70	0.10
المنيوم خفيف	٩٠	11.00	0.95	0.10
المنيوم ثقيل	٤٥	0.50	4.00	0.20
المنيوم ثقيل	٩٠	13.50	7.30	0.25
الستيل	٩٠	0.27	20.40	0.10
التيفال	٩٠	0.25	1.10	0.10

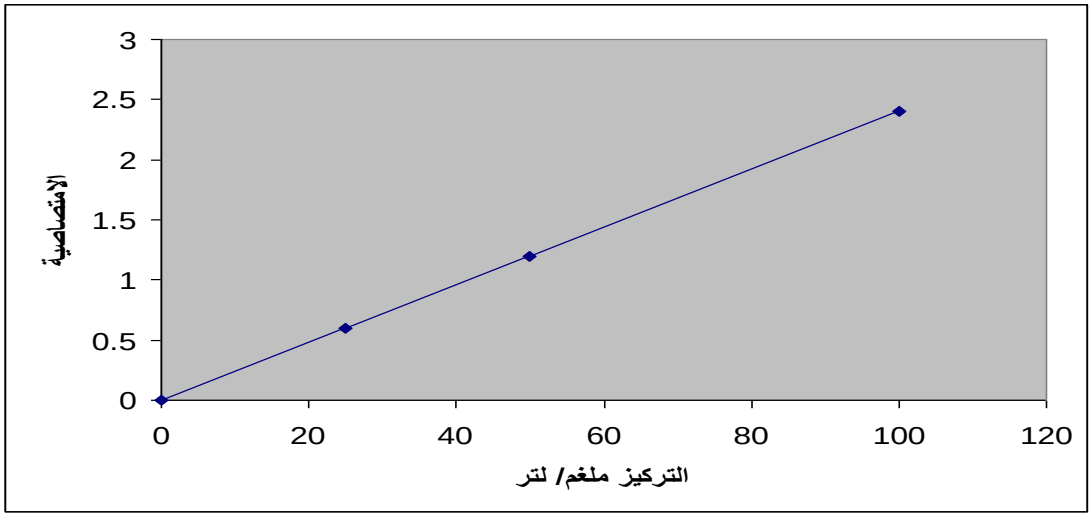
جدول ٣. قيم التوصيلية الكهربائية المولارية لمحاليل الطبخ بمدد تسخين مختلفة.

نوع اناء الطبخ	مدة التسخين(دقيقة)	التوصيلية المولارية(سيمنز)
زجاج	اكثر من ٩٠	٤.٦٥
المنيوم خفيف	٤٥	٥.٣١
المنيوم خفيف	٩٠	٥.٥٠
المنيوم ثقيل	٤٥	٥.٢٠
المنيوم ثقيل	٩٠	٧.٤٠
ستيل	٩٠	١٦.٢٠
التيفال	اكثر من ٩٠	٤.٧٠

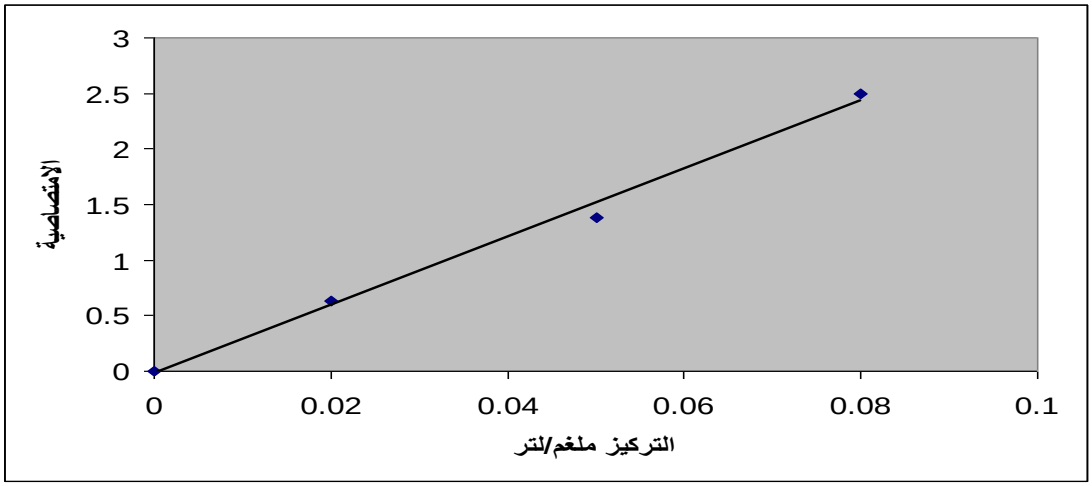
جدول ٤. تاثير الحامضية على تلوث اواني الالمنيوم الخفيف بالالمنيوم عند مدة تسخين ٢ ساعة.

pH	تركيز ppm [Al]
5	59.2

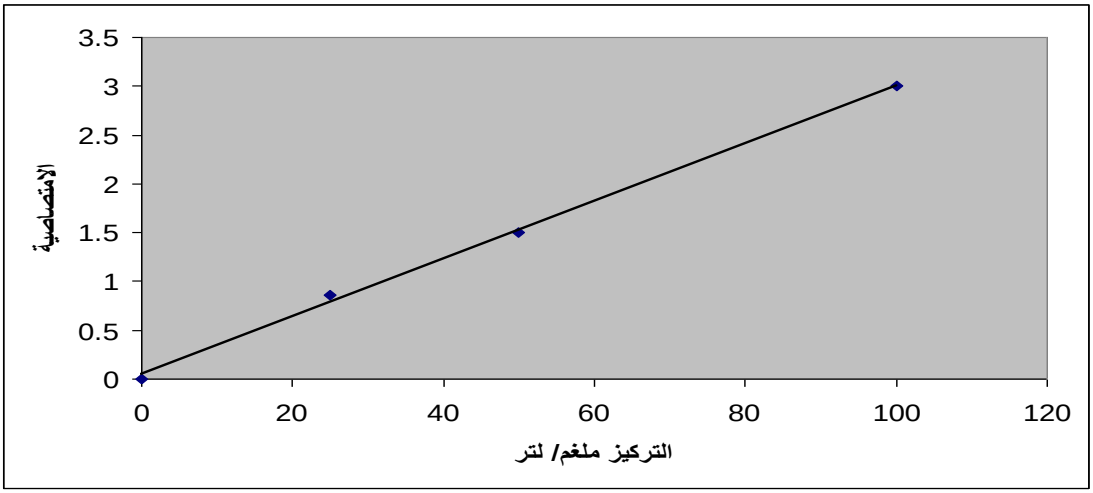
4	71.5
3	108.9



شكل ١. منحني معايرة الالمنيوم



شكل ٢. منحني معايرة الحديد



شكل ٣. منحني معايرة الرصاص

Effect of Acidity and Boiling Time on Food Contamination by Glass, Aluminium, Stainless Steel, and Tefal Utensils in Iraqi Kitchens

Jassem M. A. Al – Hassien
Dep. of Chem. , Col. of Sci. , Univ. of Babylon , Iraq
e.mail: jasem_hilla@yahoo.com

Abstract

In this research we studied the effect of acidity and heating time on food contamination using many types of utensils (glass, light aluminium, heavy aluminium, stainless steel, and tefal utensils) found in Iraqi kitchens. The concentrations of Al, Fe and Pb were measured in foods, under investigation , after boiled for 45min and more than 90 min and acidified it by using Flame Atomic Absorpition Spectroscopy. Results showed that the glass utensils do not contaminate foods, wherease, and the aluminium utensils showed an increase in Al levels in foods above its premicible limits. However, Fe concentrasions remaind in normal acceptable levels by using glass or light aluminium utensils, whereas, it showed observed increase in its level by using heavy aluminium or tefal utensils. Al showed high stability in its level by using stainless steel or tefal utensils, whereas, Fe showed high excess in its level by using stainless steel utensils.

المصادر

1. Organization Department of Food Safety , 2008, Food Safety Issues ,Terrorist Threats to Food , World Health
2. Cotton F. A and G.wilkinson 1966 , Advanced Inorganic Chemstry 2nd Ed.,John Wily and Sons,Inc. .
3. Greenwood N.N and A.Earnshaw, 1984, Chemistry of the Elements ,Pergamon Press ltd. .
4. Silberberg 2003 , Chimestry , 3rd Ed. ,Mc Graw-Hill Companies , Inc. .
5. Raymond Chag ,2005, Chemistry , Eighth Ed. ,Mc Graw-Hill Companies , Inc. .

6. Durrant P.J ,1946 , General Inorganic Chemistry,3rd Ed.,Longman Group Limited , London .

7. Daniels F. and R.A. Alberty, .,1975,Physical Chemistry ,John Wiley and Sons ,Inc. .

8. Crichton R.R. , 2008 ,Biological Inorganic Chemistry An Introduction,Elsevier B.V. .

9. Trapp GA. Cannon JB., 1981, New England Jornal of Medicine , 304 .

10. Greger JL, 1985, Food Technology , 39.

11. Sorenson JRJ, 1984, Environmental Health Perspectives , 8.

12. Spencer H ,1982, American Journal of Nutrition ,36.

13. EkanemE.J. , J.A.Lori, F.G.Okibe, G.A.Shallangwa , B.A.Anhwange , M.Halira and A.A. Moyosore,2007 , Journal of Food Technology , 7(2).

14. Center for Food Safety, 2009 , Hong Kong , Aluminium in Food , Food and Environmental Hygiene Depatment .

15. Commissaris RL, 1982, Neurobehaviorial Toxicology and Tetratology , 4.

16. Chan Y,1983, Calcified Tissue International ,35.

17. Braunlich H, 1986, Journal of Applied Toxicology , 6.

18. Kaiser L. ,1984 , Kideny International , 26.

19. Stein G. , 1987 , Journal of Applied Toxicology , 7.

٢٠. محمد الشحنه د.خليل صهيوني ٢٠٠٦، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلميه المجلد (٢٨)العدد (١). سلسلة العلوم الاساسيه

21. Krewski D. ,2007,Journal of Toxicology and Environmental Health ,Part B.

22. Nagooka-M.H and T.Maitani ,2009, Joural of Health Science , 55(2).

23. Al-Hashem F. , 2009, American Journal of Biochemistry and Biotechnology , 5(3).

24. Christopher Exley,1998 , Molecular Medicine Today ,Elsevier Trends Division.

25. Bhutani S.P. , 2007, Organic Chemistry Ane Books India.

26. Scientific Advisory Committee on Nutrition, 2010 , Iron and Health , Crown Copyright , United Kingdom .

٢٧. لطيف حميد علي ، ١٩٨٧، الثلوث الصناعي، جامعة الموصل مديرية دار الكتب للطباعه والنشر.