مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية . (2017) المجلد (33) . العدد 1 . الصفحات: 131-141

# مقارنة طرائق الهضم الرطب، الجاف والمايكروويف لتقدير آثار المعادن في عينات من لحم اللانشون المصنع في سورية

عبد الكريم حسين*، عبد الحكيم عزيزية** وغياث ديوب**

**الملخص**

**تم من خلال هذا البحث المقارنة بين ثلاث طرق لتحضير العينات (هضم رطب، هضم جاف و هضم بالمايكروويف) عند تحديد تراكيز معادن الرصاص(Pb)، الكادميوم(Cd)، الحديد(Fe) والنحاس(Cu) في عينات من لحم اللانشون المعلب باستخدام تقنية الامتصاص الذري (AAS) بعد تحضير العينات بالطرائق المذكورة. أظهرت النتائج أن طريقة التحضير بالمايكروويف أعطت أفضل النتائج من حيث الاسترجاعية و الانحرافات المعيارية لآثار المعادن في عينات اللانشون. فقد سجلت طريقة الهضم بالمايكروويف قيم استرجاع راوحت بين 98 و101%، في حين كانت ضمن المجال 95-97% لطريقة الهضم الجاف و 95-98%للهضم الرطب. وبالنسبة لقيم الانحراف المعياري النسبي RSD% فقد أعطت طريقة المايكروويف أقل القيم حيث كانت ضمن المجال 0.02-1.03% مقارنة بطريقتي الهضم الجاف-3.82% 0.22والهضم الرطب 0.05- 4.07%.**

الكلمات المفتاحية: آثار المعادن، الهضم، لحم اللانشون، الاسترجاع، الانحراف المعياري.

[1]

* هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، سوريا

** قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سوريا.

** قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سوريا.

# Comparison of microwave, dry and wet digestion procedure for determination of trace metals contents in Luncheon meat samples produced in Syria

**Abed Alkarem Husen[(1) *]; Abdulhakim Azizeh[(2)**] and Ghiath Dayoub[(2)**]**

**Abstract**

**This research was conducted to compare between three sample preparation methods (dry ashing, wet ashing and microwave digestion method) prior to the determination of Lead (Pb), Cadmium (Cd), Iron (Fe) and Copper (Cu) concentrations in luncheon meat samples processed in Syria. The concentrations of trace metals were determined by using atomic absorption spectroscopy (AAS) after preparation of samples by the three mentioned methods. The results showed that the microwave digestion method was the best from the result of recovery and standard deviation for metal determination in chicken luncheon meat samples. The values of recovery for microwave digestion method were in the range of (98-101%), while they were in the range of (95-97%) for dry ashing and (95-98%) for wet ashing. RSD% values in microwave digestion method were the lowest when compare with other methods, the results were in the range of (0.02-1.03%) for microwave digestion, (0.22-3.82%) for dry ashing and (0.05- 4.07%) for wet as. hing method**

Keywords: Trace metals, Digestion, Luncheon meat, Recovery, Standard deviation.

* Syrian Arab Standardization and Metrology Organization, Syria.
** Department of Food sciences, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.
** Department of Food sciences, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

## المقدمة

تعد آثار المعادن الثقيلة هامة في التغذية اليومية بسبب القيمة التغذوية الضرورية من جهة والأثار الضارة المحتملة من جهة أخرى. المعادن كالحديد والنحاس والزنك والكوبالت والمنغنيز هي معادن ضرورية لأنها تلعب دوراً مهماً في الأنظمة الحيوية، ولكن يمكن أن يكون لها تأثيرات ضارة عند تناولها بكميات فائضة عن الكميات الموصى بها، بينما عناصر الزئبق والرصاص والكادميوم ليس لها أهمية تغذوية ويمكن أن تكون سامة حتى بكميات قليلة ( Liang وزملاؤه، 2004).

من جهة أخرى تعد اللحوم مصدراً جيداً للحديد والفسفور بالإضافة لاحتوائها على الصوديوم والبوتاسيوم والمغنزيوم (العويمر والحواس، 2003)، يعد وجود الحديد في اللحوم هاماً لمقاومة فقر الدم عند الأطفال والحوامل، كما يتميز الحديد في اللحوم بقابلية امتصاص أعلى مما هو عليه في النباتات ( Heinz و Hautzinger ، 2007).

تستخدم العديد من الطرائق في تقدير آثار المعادن بما فيها الامتصاص الذري والتي تتطلب تفكيك العينة (Tarley وزملاؤه، 2004)، لذلك فإن إجراءات الحصول على المعادن تعد ذات أهمية كبيرة للحصول على النتائج المرغوبة للتحليل ( Polkowsk وزملاؤه، 2000)، حيث إن مفتاح النجاح في تحليل آثار المعادن هو اختيار الطريقة المناسبة لتحضير العينة التي تمكن من إعطاء المعلومات الحقيقة عن تراكيز المعادن في العينات، وبالتالي فإن عدة نقاط يجب أخذها بالحسبان عند تحضير العينات وهي: نوع وكمية العينة، تركيب العينة، كميات العناصر، الحاجة للهضم الكلي أو الجزئي، الأجهزة المستخدمة في التحليل، بالإضافة لتسلسل القياس وارتيابه (Maja وزملاؤه، 2011).

إن تقنية الامتصاص الذري(AAS) هي التقنية الأكثر انتشارا و الموصى بها أكثر من غيرها في تحديد تراكيز المعادن الثقيلة والملوثات المعدنية بسبب حساسيتها وسهولتها ودقتها وتخصصيتها، كما أن تقنيتي اللهب وفرن الغرافيت هما التقنيتان الأساسيتان المستخدمتان في مخابر تحليل الأغذية لتحديد تراكيز المعادن في العينات المحللة ( Rivero وزملاؤه، 2003).

تعد عملية الهضم بالترميد الرطب والجاف بطيئة، كما أنه من الصعب تتبعها بشكل ثابت. بينما تعد طريقة الهضم باستخدام المايكروويف سريعة وأكثر كفاءة لتفكيك العينات قبل تحديد آثار المعادن ( Narin وزملاؤه، 2004).

- أجريت العديد من الدراسات لمقارنة نتائج تحليل الأثر المتبقي للمعادن بعد تحضير العينات باستخدام الطرائق الثلاثة ومنها ما قام به Mustafa وزملاؤه (2004) الذي أجرى دراسة مماثلة على مجموعة من البهارات التي تم جمعها من السوق التركية من مدن مختلفة حيث كانت قيم الاسترجاعية لعناصر النحاس والكادميوم والرصاص والحديد بين 98 و103% لطريقة الهضم بالمايكروويف، وبين 95 و98% لطريقة الهضم الرطب، وبين 95 و96% لطريقة الهضم الجاف، وبنفس الوقت كانت قيم الانحراف المعياري

النسبيRSD%(Relative Standard Deviation) أقل من 10% في جميع العينات. كما أن Demirel وزملاؤه (2008) قام بمقارنة طرق الهضم الثلاثة عند تحديد تراكيز عناصر(Al, Zn, Se, Fe, Cu ,Mn) في مجموعة من الأغذية منها اللحوم والحليب والفطر والأرز وغيرها، حيث وجد أن طريقة المايكروويف أعطت نتائج أكثر دقة بوقت أقل ومكنت من إعطاء أعلى قيم استرجاع عند تحليل العينات المرجعية، كما أنها أعطت استرجاعاً أكبر للعناصر المتطايرة مثل الـ Se الذي كانت قيم استرجاعه فقط 60% في الهضم الرطب و22% في الهضم الجاف، كما وجد أن طريقة المايكروويف تساعد على إجراء الهضم دون حدوث تداخلات في العينة. و قام Do Socorro Vale وزملاؤه (2009) بتحديد تركيز مجموعة من العناصر ( Al, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Na, Ni, Pb, Si and Zn) في عينات من العلك بعد تحضير العينات بالهضم الجاف والمايكروويف حيث ان طريقة المايكروويف استهلكت وقت أقل وأعطت استرجاعاً أكبر لعناصر (Cr, Cu, Fe, K, Ni, Pb, Si and Zn).

هدف هذا البحث إلى دراسة الفروق بين ثلاث طرق لتحضير العينات (الهضم الرطب، الهضم الجاف والهضم بالمايكروويف) من خلال تقدير بعض المعادن في عينات من لحم اللانشون المعلب المصنع في سورية، للوقوف على مدى إمكانية استبدال الطرائق المستخدمة بشكل تقليدي(الهضم الرطب والجاف) بالطريقة المستخدمة حديثا باستخدام المايكروويف للحصول على نتائج أكثر دقة وتوفير الوقت والجهد في أثناء التحليل المخبري.

## مواد وطرائق البحث

أجري هذا البحث في دائرة مخابر هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية خلال شهري نيسان وأيار من عام 2012.

1.2. تحضير العينات:

تم شراء (15) عينة من لحم اللانشون المعلب من السوق المحلية (من ثلاث ماركات مختلفة) بوزن 250غ لكل عينة(عبوة معلبة) ثم تم تجفيف العينات على الدرجة $105\ C^0$ حتى ثبات الوزن وحساب نسبة الرطوبة وفقا لـ AOAC (2000)، ثم طحنها ومجانستها وتخزينها بأكياس نظيفة من البولي اتيلين حتى موعد التحليل.

2.2. مواد التحليل (الكواشف):

جميع المواد المستخدمة بالتحليل كانت من الدرجة التحليلية. حيث استخدم الماء المقطر تقطير ثنائي(Milli-Q Millipore) لجميع المحاليل، واستخدم $HNO_3$ و$H_2O_2$ من ماركة Merck.

تم تنظيف جميع الأدوات الزجاجية والبلاستيكية بغمرها بمحلول $HNO_3$ ممدد (1+9) وشطفها بالماء المقطر ثم تجفيفها بالهواء قبل الاستخدام.

تم تحضير المحاليل القياسية المستخدمة بالمعايرة بتمديد المحلول الأصلي ذو التركيز 1000مغ\ لتر.

3.2. الأجهزة المستخدمة:

تم استخدام جهاز امتصاص ذري ماركة (Win AAS ZEEnit 650 P) لتقدير العناصر المعدنية، كما استخدم جهاز مايكروويف ماركة (Multiwave 3000 micro wave) لهضم العينات بطريقة المايكروويف.

4.2. الترميد الجاف:

تم وفقا لـ AOAC (2005) وزن 5غ من العينة المجففة في بوتقة من البورسلان، تم رفع حرارة فرن الترميد ببطء بمعدل ($50\ C^0$ كل ساعة) من درجة حرارة الغرفة لـ $450\ C^0$. ثم تم ترميد العينة لمدة 8 ساعات على الدرجة $450\ C^0$ حتى الحصول على رماد أبيض أو رمادي. تم حل الرماد في 5 مل من حمض كلور الماء HCL (6M) وتبخير المزيج في حمام مائي حتى الجفاف ثم حل البقايا بإضافة 10 مل من $HNO_3$ (0.1M)، ثم نقل المحلول إلى دورق معياري سعة 50 مل. تم إجراء الشاهد بنفس الطريقة باستخدام المذيب فقط.

5.2. الترميد الرطب:

تم وفقا لـ Sneddon وزملائه (2006 ) إجراء الهضم الرطب للعينات باستخدام مزيج من $HNO_3$ و H2O2 (1:2) (60 مل لـ 5غ من العينة المجففة) في كأس بيشر سعة 250 مل. تم تسخين المزيج لـ$130\ C^0$ لـ 4 ساعات وتم إكمال الحجم لـ 100مل بواسطة الماء المقطر. تم إجراء الشاهد بنفس الطريقة دون إضافة العينة.

6.2. الهضم بالمايكروويف:

تم وفقا لـ Demirel وزملائه (2008) هضم 5غ من العينة المجففة بواسطة 20 مل من $65\%HNO_3$ و10 مل من $30\%H_2O_2$ في المايكروويف، ثم التمديد لـ 50 مل بالماء المقطر. تم إجراء الشاهد بنفس الطريقة. جميع محاليل العينات كانت صافية. شروط الهضم موضحة في الجدول 1 حيث تمت العملية بشكل مبرمج مسبقا على ست خطوات بحيث يكون لكل خطوة فترة زمنية محددة ومقدار من الطاقة الكهربائية كافٍ لتوليد حرارة معينة لإجراء عملية الهضم.

**الجدول 1- شروط الهضم بالمايكروويف**

| الخطوة | الوقت (دقيقة) | الطاقة (واط) |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 250 |
| 2 | 2 | 0 |
| 3 | 6 | 250 |
| 4 | 5 | 400 |
| 5 | 8 | 550 |
| 6 | 8 | - |

7.2. التحليل الإحصائي:

تم باستخدام برنامج التحليل الإحصائي spss21 حساب الفروقات المعنوية لكل عنصر من العناصر بين طرق الهضم الثلاثة بحساب قيمة أقل فرق معنوي عند مستوى ثقة 5%، كما تم حساب قيمة الانحراف المعياري النسبي RSD%.

## النتائج والمناقشة

قدرت النسبة المئوية للرطوبة في كل عينة من العينات الثلاثة فكانت القيم المتوسطة للرطوبة كالتالي (65.12 %، 64.5 % و63.8%) في العينة الأولى، الثانية والثالثة على التوالي.

تظهر النتائج الموضحة في الجدول 2 وجود فروقات معنوية بين النتائج التي حصلنا عليها من طريقة التحضير بالمايكروويف بالمقارنة مع الطريقتين الباقيتين بالنسبة لعنصر النحاس لكل العينات المختبرة، وعند المقارنة بين طريقتي الترميد الجاف والرطب نلاحظ وجود فروقات بين الطريقتين في العينات 1 و3، أما بالنسبة لقيم الاسترجاع (Recovery %) فكانت متقاربة كميا (≤95%) مع ارتفاعها بشكل واضح بطريقة المايكروويف(≤98%)، وبالنسبة لقيم الانحراف المعياري النسبي(RSD%) فكانت جميعها أقل من 3% وكانت أقلها بطريقة المايكروويف بجميع العينات.

**الجدول 2– مقارنة المحتوى من عنصر النحاس ( $\bar{x}$ SD مغ/كغ) بعد الهضم بالطرائق الثلاثة**

| طريقة التحضير | القرائن | العينات | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| ترميد جاف | مغ/كغ وزن رطب | $0.02 \pm 0.432^{c}$ | $0.023 \pm 0.415^{b}$ | $0.071 \pm 0.475^{c}$ |
| | %Recovery | 95 | 96 | 96 |
| | %RSD | 1.58 | 1.96 | 0.54 |
| ترميد رطب | مغ/كغ وزن رطب | $0.026 \pm 0.445^{b}$ | $0.022 \pm 0.418^{b}$ | $0.072 \pm 0.48^{b}$ |
| | Recovery % | 97 | 97 | 98 |
| | RSD% | 2.03 | 1.86 | 0.54 |
| مايكروويف | مغ/كغ وزن رطب | $0.013 \pm 0.461^{a}$ | $0.07 \pm 0.424^{a}$ | $0.03 \pm 0.494^{a}$ |
| | Recovery % | 99 | 99 | 100 |
| | %RSD | 0.98 | 0.58 | 0.22 |

لا توجد فروق معنوية بين المتوسطات الحاملة حروفا متشابهة وذلك في نفس العمود على مستوى ثقة ($p<0.05$).

تتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه Mustafa وزملاؤه (2004) حيث وجد أن قيم الاسترجاع كانت 96% في طريقة الهضم الجاف و97% في الهضم الرطب و101% بطريقة المايكروويف، في حين أن قيم الانحراف المعياري النسبي(%RSD) كانت جميعها أقل من 10%.

تظهر النتائج الموضحة في الجدول 3 وجود فروق معنوية بين النتائج التي حصلنا عليها من طريقة التحضير بالمايكروويف بالمقارنة مع الطريقتين الباقيتين بالنسبة لعنصر الحديد لكل العينات المختبرة، وعند المقارنة بين طريقتي الترميد الجاف والرطب نلاحظ وجود فروقات بين الطريقتين في العينة 1، أما بالنسبة لقيم الاسترجاع (%Recovery) فكانت متقاربة كميا (≤95%) مع ارتفاعها بشكل واضح بطريقة المايكروويف (≤98%)، وبالنسبة لقيم الانحراف المعياري النسبي(%RSD) فكانت جميعها أقل من 1% وكانت أقلها بطريقة المايكروويف بجميع العينات.

**الجدول 3- مقارنة المحتوى من عنصر الحديد ( $\bar{x}$ SD مغ/كغ) بعد الهضم بالطرائق الثلاثة**

| طريقة التحضير | القرائن | العينات | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| ترميد جاف | مغ/كغ وزن رطب | $0.37\pm24.44^{C}$ | $0.12\pm25.24^{b}$ | $0.16\pm27.46^{b}$ |
| | %Recovery | 95 | 95 | 97 |
| | %RSD | 0.52 | 0.17 | 0.22 |
| ترميد رطب | مغ/كغ وزن رطب | $0.4\pm24.58^{b}$ | $0.035\pm25.27^{b}$ | $0.14\pm27.5^{b}$ |
| | %Recovery | 98 | 98 | 98 |
| | %RSD | 0.57 | 0.05 | 0.2 |
| مايكروويف | مغ/كغ وزن رطب | $0.07\pm25.03^{a}$ | $0.01\pm25.43^{a}$ | $0.01\pm27.58^{a}$ |
| | %Recovery | 100 | 100 | 99 |
| | %RSD | 0.1 | 0.025 | 0.02 |

لا توجد فروق معنوية بين المتوسطات الحاملة حروفا متشابهة وذلك في نفس العمود على مستوى ثقة ($p<0.05$).

تتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه Mustafa وزملاؤه (2004) حيث وجد أن قيم الاسترجاع كانت 96% في طريقة الهضم الجاف و98% في الهضم الرطب و103% بطريقة المايكروويف، في حين أن قيم الانحراف المعياري النسبي(%RSD) كانت جميعها أقل من 10%.

من النتائج الموضحة في الجدول 4 نلاحظ وجود فروق معنوية بين النتائج التي حصلنا عليها من طريقة التحضير بالمايكروويف بالمقارنة مع الطريقتين الباقيتين بالنسبة لعنصر الرصاص لكل العينات المختبرة، وعند المقارنة بين طريقتي الترميد الجاف والرطب نلاحظ وجود فروق بين الطريقتين في العينات 1 و2، أما بالنسبة لقيم الاسترجاع (%Recovery) فكانت متقاربة كميا (≤95%) مع ارتفاعها بشكل واضح بطريقة المايكروويف(≤98%)، وبالنسبة لقيم الانحراف المعياري النسبي (%RSD) فكانت جميعها أقل من 5% وكانت أقلها بطريقة المايكروويف بجميع العينات.

**الجدول 4- مقارنة المحتوى من عنصر الرصاص ( $\bar{x}$ ± SD مغ/كغ) بعد الهضم بالطرائق الثلاثة**

| طريقة التحضير | القرائن | العينات | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| ترميد جاف | مغ/كغ وزن رطب | $0.022\pm0.414^{c}$ | $0.045\pm0.397^{c}$ | $0.031\pm0.435^{b}$ |
| | %Recovery | 96 | 97 | 95 |
| | %RSD | 1.85 | 4.02 | 2.57 |
| ترميد رطب | مغ/كغ وزن رطب | $0.041\pm0.434^{b}$ | $0.027\pm0.405^{b}$ | $0.024\pm0.437^{b}$ |
| | %Recovery | 96 | 98 | 97 |
| | %RSD | 3.29 | 2.36 | 1.98 |
| مايكروويف | مغ/كغ وزن رطب | $0.007\pm0.457^{a}$ | $0.005\pm0.43^{a}$ | $0.004\pm0.451^{a}$ |
| | %Recovery | 99 | 98 | 98 |
| | %RSD | 0.53 | 0.41 | 0.94 |

لا توجد فروق معنوية بين المتوسطات الحاملة حروفا متشابهة وذلك في نفس العمود على مستوى ثقة ($p<0.05$).

تتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه Mustafa وزملاؤه (2004) حيث وجد أن قيم الاسترجاع كانت 95% في طريقة الهضم الجاف و95% في الهضم الرطب و98% بطريقة المايكروويف، في حين أن قيم الانحراف المعياري النسبي(%RSD) كانت جميعها أقل من 10%.

من النتائج الموضحة في الجدول 5 نلاحظ وجود فروق معنوية بين النتائج التي حصلنا عليها من طريقة التحضير بالمايكروويف بالمقارنة مع الطريقتين الباقيتين بالنسبة لعنصر الكادميوم لكل العينات المختبرة، وعند المقارنة بين طريقتي الترميد الجاف والرطب نلاحظ وجود فروقات بين الطريقتين في العينة 1 و2، أما بالنسبة لقيم الاسترجاع (%Recovery) فكانت متقاربة كميا (≤95%) مع ارتفاعها بشكل واضح بطريقة المايكروويف(≤98%)، وبالنسبة لقيم الانحراف المعياري النسبي(%RSD) فكانت جميعها أقل من 5% وكانت أقلها بطريقة المايكروويف بجميع العينات.

**الجدول 5- مقارنة المحتوى من عنصر الكادميوم ( $\bar{x}$ SD مكغ/كغ) بعد الهضم بالطرائق الثلاثة**

| طريقة التحضير | القرائن | العينات | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| ترميد جاف | مكغ/كغ وزن رطب | $0.11\pm13.2^{c}$ | $0.13\pm12^{c}$ | $0.11\pm14.2^{b}$ |
| | %Recovery | 95 | 95 | 96 |
| | %RSD | 2.9 | 3.82 | 2.8 |
| ترميد رطب | مكغ/كغ وزن رطب | $0.77\pm14^{b}$ | $0.11\pm13^{b}$ | $0.16\pm14.23^{b}$ |
| | %Recovery | 96 | 96 | 98 |
| | %RSD | 1.92 | 2.99 | 4.07 |
| مايكروويف | مكغ/كغ وزن رطب | $0.04\pm14.8^{a}$ | $0.04\pm13.7^{a}$ | $0.03\pm15.3^{a}$ |
| | %Recovery | 101 | 101 | 101 |
| | %RSD | 0.93 | 1.03 | 0.7 |

لا توجد فروق معنوية بين المتوسطات الحاملة حروفا متشابهة وذلك في نفس العمود على مستوى ثقة ($p<0.05$).

تتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه Mustafa وزملاؤه (2004) حيث وجد أن قيم الاسترجاع كانت 95% في طريقة الهضم الجاف و96% في الهضم الرطب و99% بطريقة المايكروويف، في حين أن قيم الانحراف المعياري النسبي(RSD%) كانت جميعها أقل من 10%.

الوقت التقريبي المطلوب للهضم الجاف والرطب وبالمايكروويف كان 8 ساعات، 4ساعات و35 دقيقة على التوالي. وعلى ضوء هذه النتائج تعد طريقة الهضم بالمايكروويف أفضل لأنها تتطلب وقت أقصر بانحرافات معيارية أقل واسترجاعية أكبر، وهذا يتفق مع ما توصل إليه Mustafa وزملاؤه (2004) و Demirel وزملاؤه (2008) و Do Socorro Vale وزملاؤه (2009).

## الاستنتاجات والتوصيات

1.4. أثبتت نتائج الدراسة وجود فروق معنوية بين طريقة الهضم بالمايكروويف وطريقتي الترميد الجاف والرطب حيث تعطي هذه الفروق أفضلية لطريقة المايكروويف من حيث الوقت المستهلك وكفاءة الهضم وجودة النتائج.

2.4. توصي هذه الدراسة باستخدام طريقة الهضم بالمايكروويف في مخابر تحليل الأغذية لتوفير الوقت والجهد والحصول على نتائج ذات مصداقية أعلى.

## المراجع


- العويمر عبدالله ويوسف الحواس. 2003. تداول اللحوم، جامعة الملك سعود، كلية الزراعة بالرياض، مركز الارشاد الزراعي.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis of AOAC international, 17th edition. USA.
- AOAC. 2005. Lead, cadmium, copper, iron and zinc in foods, Atomic absorption spectrophotometry after dry ashing, AOAC international. 18th edition. USA.
- Demirel, S., M. Tuzen. S. Saracoglu and M. Soylak. 2008. Evaluation of various digestion procedures for trace element contents of some food materials, Journal of Hazardous Materials. 152(3): 1020-1026.
- Do Socorro Vale, M., G.S. Lopes and S.T. Gouveia. 2009. The development of a digestion procedure for the determination of metals in gum obtained from deposits in internal combustion engines by ICP-OES, Fuel. 88 (10):1955-1960.
- Heinz, G and P. Hautzinger. 2007. Meat processing technology, FAO, regional office for Asia and the pacific, Bangkok.
- Liang, G., Q.Q. Wang and B.L. Huang. 2004. Concentrations of hazardous heavy metals in environmental samples collected in Xiamen, China, as determined by vapour generation non-dispersive atomic fluorescence, Analytical Science. 20: 85-88.
- Maja, W., S.M. Anna and P. Pawel. 2011. Quality of the Trace Element Analysis: Sample Preparation Steps, Wide Spectra of quality Control, Dr. Isin Akyar (Ed.), ISBN: 978-953-307-683-6, InTech.
- Mustafa, S.,T. Mustafa .,N. Ibrahim and S. Hayati. 2004. Comparison of microwave, dry and wet digestion procedure for determination of trace contents in spice samples produced in turkey, Journal of food and drug analysis. 12(3): 245-258.
- Narin, I., M. Tuzen and M. Solyak. 2004. Comparison of sample preparation procedures for the determination of trace metals in house dust, tobacco and tea samples by atomic absorption spectrometry, Annali di Chimica (Rome).(in press).

- Polkowska – Motrenko, H., B. Danko. R. Dybczynski. A. Koster-Ammerlaan and P. Bode. 2000. Effect of acid digestion method on cobalt determination in plant materials, Analytical Chemistry. Acta. 408: 89-95.
- Rivero, R.C., P.S. Hernandez. E.M.R. Rodriquez. J.D. Martin and C.D. Romero. 2003. Mineral concentrations in cultivars of potatoes, Food Chemistry. 83: 247-253.
- Sneddon, J., C. Hardaway. K.K. Bobbadi and A.K. Reddy. 2006. Sample Preparation of Solid Samples for Metal Determination by Atomic Spectroscopy-An Overview and Selected Recent Applications, Applied Spectroscopy Reviews. 41(1): 1-14.
- Tarley, C. R. T., W.N.L. Dos Santos. C.M. Dos Santos. M.A.Z. Arruda and S.L.C. Ferreira. 2004. Factorial design and doehlert matrix in optimization of flow system for preconcentration of copper on polyurethane foam loaded with 4-(2-pyridylazo)- resorcinol, Analytical Letters. 37: 1437-1455.



| | | |
|---|---|---|
| **Received** | **2015/04/20** | **إيداع البحث** |
| **Accepted for Publ.** | **2015/06/23** | **قبول البحث للنشر** |