مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (31) العدد (1) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (31) No. (1) 2009

استقصاء واقع الألمنيوم في محاليل بعض المأكولات الشعبية التي تطبخ بأوان مصنوعة منه باستخدام طرائق التحليل الطيفية

الدكتور محمد الشحنة *
الدكتور خليل صهيوني **

(تاريخ الإيداع 15 / 9 / 2008. قُبِل للنشر في 2009/2/15)

□ الملخّص □

تم تحديد عنصري الألمنيوم والرصاص في مياه الشرب و المحاليل الملحية للحمص والفول المطهية بأوان مصنوعة من الألمنيوم وأخرى من التيفال وذلك من أجل المقارنة باستخدام مطيافية الامتصاص الذرية المزودة بفرن الغرافيت (Atomic absorption spectroscopy by graphite Furnace) حيث درست العلاقة بين زمن التسخين وكمية الألمنيوم المنتقلة إلى محاليل هذه الأغذية . وقد تم تحديد عنصر الرصاص انطلاقا من الحقيقة القائلة أن هذا العنصر يمكن أن يدخل الى هذه الأواني بشكل أو بآخر أثناء تصنيعها .

تشير نتائج هذه الدراسة أن كمية الألمنيوم سجلت أعلى قيمة لها بدون تسخين في المحلول الملحي (17.71 μ g / ml) تلاها محلول الحمص (9.95 μ g / ml) ثم محلول الفول (2.81 µg / ml)عند التسخين لفترة زمنية قدرها 120 دقيقة . وقد سجل عنصر الرصاص تركيزا وسطيا مقداره (0.022 μ g / ml) حيث بلغت أقصاها (0.63 µg / ml) في العينات المدروسة مما يدل على دخول هذا العنصر بشكل أو بآخر إلى أواني الألمنيوم أثناء تصنيعها.

الكلمات المفتاحية : مطيافية الامتصاص الذري (AAS) ، أواني ألمنيوم ، فول ، حمص .

* أستاذ – قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** أستاذ مساعد – قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (31) العدد (1) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (31) No. (1) 2009

Investigation of Aluminum State in Some Popular Foods, Which Are Cooked in Aluminum Vessels , Using Spectroscopic Analysis Methods

Dr. Mohammad AL-shahneh*
Dr. Khlel Saheune**

(Received 15 / 9 / 2008. Accepted 15/2/2009)

□ ABSTRACT □

Aluminum and lead elements were determined in drinking waters and salt solution from chick- pea and faba-bean cooked in aluminum vessels and others from Teflon for comparison using Atomic absorption spectroscopy by graphite furnace.

The relationship between heating time and aluminum quantities transferred to these food solutions was investigated.

The lead element was determined taking into consideration the fact that this element may enter in these vessels somehow during the manufacturing process .

Results show that : the highest value of aluminum quantities was recorded in salt solution (17.022µg /ml) without heating , followed by chick-pea solution (9.95 µg / ml) , then faba- bean solution (2.81 µg / ml) when the heated period was 120 minutes .

Key words : Atomic absorption spectroscopy (AAS) , aluminum vessels , chick-pea , faba-bean .

* **Professor , department of chemistry, Faculty of sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria .**
** **Associate Professor , department of chemistry, Faculty of sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria .**

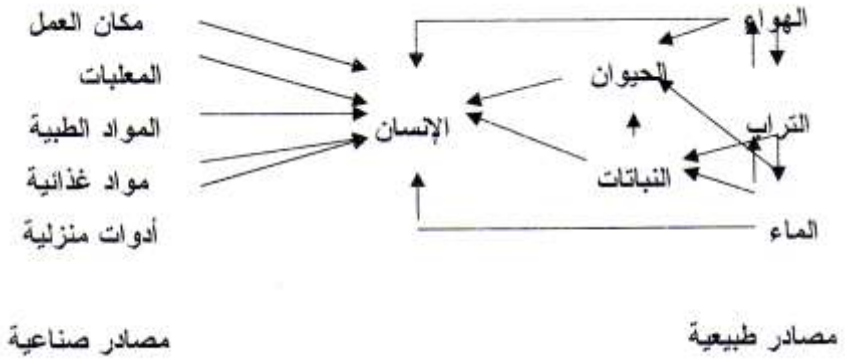
مقدمة:

لقد انتشرت صناعة الألمنيوم كأواني مطبخية بسبب خفة وزنه وانخفاض سعره مقارنة مع أواني طبخ أخرى مطلية بالتيفال أو الستانليس ستيل أو السيلكون والتي أصبحت في الآونة الأخيرة واسعة الانتشار [2 , 1] . لكن التعامل معها يجب أن يتم بحذر شديد ، فمثلا : الأواني المطلية بالتيفال الذي هو عبارة عن مواد عضوية (متعدد رباعي فلور الاتيلين) وهو مقاوم للحرارة ويمنع التصاق المواد الغذائية عليه ، لكن مدة بقائه قصيرة ويلزم نزعه خلال فترة زمنية معينة وطلائه من جديد وتخدش هذه الطبقة باستعمال أدوات حادة مما يؤدي إلى تفاعلها مع الطعام المطهي فيها وينتج عن ذلك أضرار صحية على الكائن الذي يتناولها [3] . وكذلك الأواني المطلية بالسيلكون الذي يتكون من جزيئات ضخمة من المواد غير العضوية بحيث يبدل الكربون بالسيليسيوم ويكون هذا الطلاء مقاوما للحرارة ويمنع التصاق المواد الغذائية عليه ولكن مدته قصيرة ويجب نزعه خلال مدة زمنية قصيرة وطلائه من جديد . وبالنسبة للأواني المصنعة من الستانليس ستيل الذي هو عبارة عن خليط من معادن منها الحديد، كما يحتوي على 11% من معدن الكروم ويمكن أن يحتوي على معادن أخرى مثل: الموليبدينيوم والتيتانيوم حيث تعطي هذه المعادن القوة والصلابة اللازمة لتحمل الحرارة ومقاومة الخدوش والتآكل ولكن هذه الأواني غير موصلة للحرارة بشكل متساو في الوعاء ولهذا تصنع قاعدتها من الألمنيوم أو النحاس وتحذر المصانع المنتجة لهذه الأواني من حفظ الأطعمة الحمضية والمالحة فيها لفترة طويلة [4] .

ويعدّ الألمنيوم ثالث أكبر عنصر بعد الأكسيجين والسيلكون موجود على سطح الكرة الأرضية ويوجد في غذائنا اليومي بمعدل يتراوح بين0.1 -0.01 غراما يمتص الجسم جزءا صغيرا منها [4] .

ويأتي الألمنيوم الذي نتعرض له من مصادر متنوعة ، فمثلا : ينتقل من الهواء والتربة والماء إلى الحيوان والنبات ومن ثم إلى الإنسان (طبيعية) ومن مكان العمل والتعليب والمواد الغذائية المصنعة والأدوية والأدوات المنزلية إلى الإنسان (مصنعة) ويجب أن لا يزيد عن الحدود المسموح بها وهي : 5 - 2 ملغ / يوميا [5] .

وهذا ما يوضحه الشكل التالي :



الشكل (1) : مصادر انتقال الألمنيوم إلى الإنسان

وقد تطور استخدام الألمنيوم مؤخرا في عدة مجالات ليشمل التعليب والتغليف على شكل صفائح رقيقة وفي صناعة الأواني المنزلية وفي مجال حفظ الأغذية كالوجبات الجاهزة و الأسماك. ومن أهم مزايا التعليب به خصوصا للحليب ومشتقاته أنه يحافظ على نكهة ومكونات المواد الغذائية ويحميها من الفساد .

ويستخدم الألمنيوم في صناعة وحفظ العديد من المواد الطبية والصيدلانية الهامة والضرورية للجسم ، وتستخدم مركباته في بعض العقاقير الطبية ، مثل : مضادات الحموضة وكمادة قابضة موقفة للنزف ومضاد للعفونة والتقرحات الهضمية . وبالرغم من ذلك فإنه يسبب أمراضا خطيرة ، مثل : مرض تلين العظام وهشاشتها وتبولن الدم ومرض الزهايمر (الخرف المبكر) [6] .

وقد شاع استخدام الألمنيوم على نطاق واسع كأوان مطبخية للوجبات والمأكولات الشعبية السريعة (كالحمص والفول.....) لكن الذي يبقى مجهولاهوكمية الألمنيوم المتسربة من هذه الأواني إلى محاليل الأغذية الملامسة لها بعد عمليات الطبخ والتسخين الطويلة مقارنة مع أواني طبخ أخرى، وهل هذه الكمية تقع ضمن الحدود المسموح بها أم خارجها و هذا يشكل الهدف الرئيسي لبحثنا . و لا بد من الإشارة إلى احتمال دخول عنصر الرصاص عند صناعة أواني الألمنيوم والكمية المسموح بوجودها منه (0.10 μ g / ml) ولهذا السبب قمنا أيضا بتحديد هذا العنصر في العينات المحضرة [7].

ولتحقيق هذا الهدف كان لا بد من استخدام طريقة تحليل تمتلك حد كشف صغير جدا (حساسية تحليل عالية) وتمتاز نتائجها بدقة وصحة عاليتين وإعطاء نتيجة التحليل بسرعة كبيرة حيث توجد هذه المواصفات مجتمعة في طريقة التحليل بمطيافية الامتصاص الذرية (Analytical Method by Atomic Absorption Spectroscopy) التي تملك حساسية تحليل تصل إلى النانو غرام (10^{-9} g) ويتم تحديد تركيز المادة المدروسة فيها بالاعتماد على المنحنيات المعيارية [11 , 10 , 9 , 8] .

مكان إجراء البحث:

مخابر كلية العلوم ، المعهد العالي لبحوث البيئة ، المعهد العالي للبحوث البحرية في جامعة تشرين في الفترة الواقعة بين 1 / 2 / 2006 و 1 / 6 / 2006 .

هدف البحث وأهميته:

يهدف البحث إلى استقصاء آثار عنصري الرصاص و الألمنيوم المهاجرة من أواني الطهي المصنوعة من معدن الألمنيوم إلى محاليل بعض المأكولات الشعبية مثل الفول و الحمص .

و تكمن أهميته في التأكد من أن آثار هذه العناصر تقع ضمن الحدود المسموح بها أم تتجاوزها ، و فيما إذا كانت تشكل خطرا على الإنسان الذي يتناولها .

طرائق البحث ومواده:

تحضير العينة المدروسة :

يوضع في وعاء الألمنيوم ليتر من مياه الشرب و 150 غرام حمص أو فول و10 غرام ملح الطعام ، ثم تؤخذ عينة من هذا الخليط ، بعدها يسخن الوعاء بمحتوياته على لهب مصباح بنزن وتؤخذ عينات أخرى بعد ثلاثين، وخمس وأربعون، و ستون دقيقة من بداية عملية التسخين حيث يتم ترشيحها لفصل المواد العالقة فيها وتوضع في

عبوات بلاستيكية (مصنعة من مادة البولي اتيلين) نظيفة ومغسولة بمحلول حمض الآزوت (1 : 1) والماء المقطر الخالي من الشوائب العضوية واللاعضوية ويضاف إليها 1ml من حمض الآزوت.

تحضير المحاليل العيارية :

يحضر محلول أم لكل من الألمنيوم و الرصاص بتركيز 1 g / l و تحضر سلسلة من المحاليل المعيارية تحتوي على تراكيز متتالية من الألمنيوم و الرصاص 0.00 , 5 , 10 , 20 µg / l .

الجهاز المستخدم :

جهاز مطيافية امتصاص ذري Schemadzu Spectra AA يعمل بالأنظمة التالية :

- اللهب (Flame – AAS)
- التذرية الكهروحرارية (ETA – AAS)
- مولد الهيدريد (Hydride – AAS)

استخدمت تقانة اللهب و التذرية الكهروحرارية في هذا العمل ، حيث تحقن كمية من العينة السائلة المدروسة قيمتها (5 – 10 µl) في أنبوب غرافيت طوله 28 mm و قطره 6 mm يتم تسخينه وفق برنامج حراري ترتفع فيه درجة الحرارة تصاعديا من مرحلة التجفيف حتى مرحلة الترميد لتصل إلى الدرجة القصوى (3000 ^{o}C) في مرحلة التذرية و التي يتم عندها تسجيل إشارة الامتصاص و بعتبات كشف تقع ضمن مجال يتراوح بين (10^{-9} – 10^{-12} gr) و استخدم لهب أستيلين / هواء بدرجة حرارة ^{0}C 2400 وبعتبات كشف تصل إلى 10^{-6} gr [11] .

شروط القياس :

تم تحديد عنصر الألمنيوم في العينات المحضرة باستخدام نظامي مطيافية الامتصاص الذري باللهب و فرن الغرافيت المذكور في الفقرة (3 – 2) عند أطوال موجات الامتصاص العظمى λ_{max} = 283.3nm و λ_{max} = 309.3 nm على التوالي وفقا للشروط التالية:

الجدول (1) : يبين الشروط البصرية لقياس عنصر الألمنيوم و الرصاص باستخدام جهاز الامتصاص الذري باللهب وفرن الغرافيت .

Optics Parameters	Al	Pb
Lamp Current Low (mA)	10	10
Wavelength (nm)	309.3	283.3
Slit Width (nm)	0.5	1.0
Lamp Mode	BGC-D2	BGC-D2

الجدول (2) : يبين البرنامج الحراري لقياس عنصر الرصاص بفرن الغرافيت .

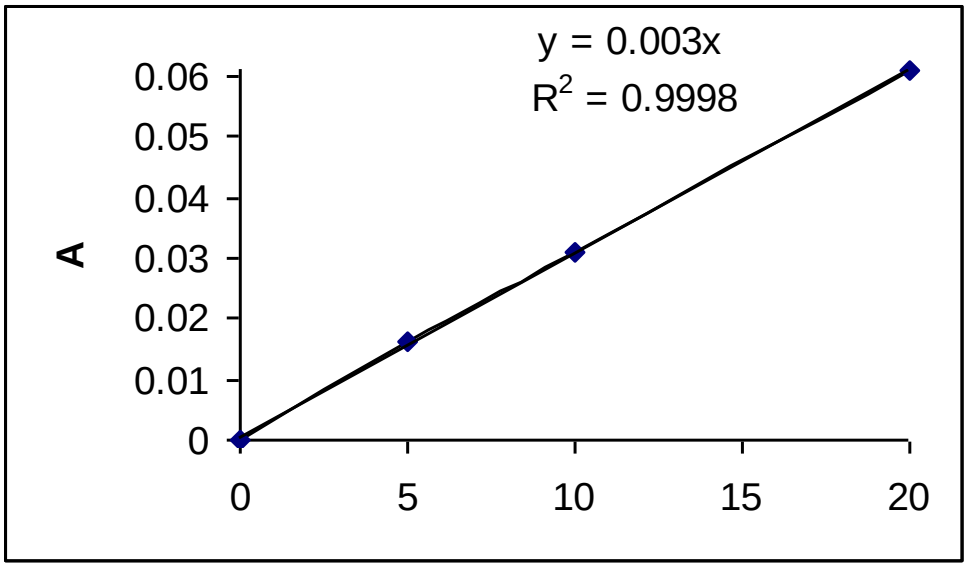
Step	Temperature	Time (sec)	Flow (L/min.)	Gas type
1	150	20	0.10	Argon(normal)
2	250	10	0.10	=
3	500	10	1.00	=
4	500	10	1.00	=
5	500	3	0.00	=
6	2400	2	0.00	=
7	2500	2	1.00	=

النتائج والمناقشة :

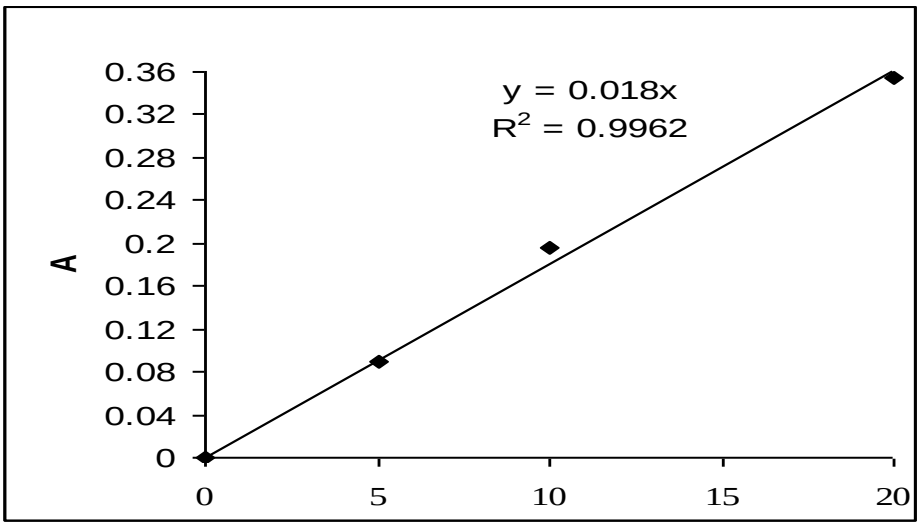
رسمت العلاقة الخطية بين الامتصاصية و التركيز $A_i = f(C_i)$ و ذلك بقياس امتصاصيات (A_i) سلسلة من المحاليل المعيارية تحوي تراكيز متتالية (C_i) من الألمنيوم و كذلك بالنسبة للرصاص و تم وضع النتائج في الجدول التالي :

الجدول(3) :يبين سلسلة من المحاليل المعيارية تحوي تراكيز مأخوذة بدقة عالية من الألمنيوم و الرصاص و الامتصاصيات المقابلة لها

Element	Al				Pb			
Conc (µg/ml)	0.00	5.00	10	20	0.00	5.0	10	20
ABS	0.00	0.0161	0.0315	0.0617	0.00	0.100	0.195	0.354



الشكل (2) : المنحني العياري للألمنيوم .



الشكل (3) : المنحني العياري للرصاص .

تظهر الأشكال السابقة علاقة خطية جيدة بين الامتصاصية (A) و التركيز (C) يعبر عنها بمعامل الارتباط $R^2 = 0.99$ حيث تم استقصاء كميات الألمنيوم و الرصاص بالاعتماد عليها وذلك كما تبينه الجداول التالية:

الجدول (3) : يبين تركيز عنصري الألمنيوم و الرصاص (ppm) في عينات الفول .

نوع العينة	كمية العينة (g/l)	زمن التسخين (دقيقة)	تركيزالألمنيوم ppm	تركيز الرصاص ppm	RSD%
فول	100	0	0.35	0.054	1.90
		30	0.89	0.044	4.45
		60	1.45	0.032	4.03
		90	1.93	0.088	0.73
		120	2.31	0.021	1.95
		0	0.14	0.034	17.90
	150	30	1.35	0.010	6.06
		60	1.40	0.038	0.80
		90	1.78	0.038	2.65
		120	2.13	0.129	0.08
	200	0	0.89	0.001	51.14
		30	1.42	0.027	1.19
		60	1.67	0.017	3.49
		90	2.38	0.014	12.31
		120	2.81	0.055	0.96
		120 على البارد	1.09	0.011	5.56
دراسة كمية الألمنيوم والرصاص المدمصة على الفول	تم نقع 25g فول من عينة150غ في 50مل HCl	120	1,15	0.209	7,4
=	= من عينة 200غ	120	0,257	0.073	5,91
	= من عينة 100 غ	120	0,128	0.142	
	= نقع لمدة يوم واحد بدون وعاء ألمنيوم	على البارد	0,451	0.185	14,85

الجدول (4) : يوضح دراسة تأثير ملح الطعام على أواني الألمنيوم .

نوع العينة	كمية العينة	زمن التسخين	تركيز الألمنيوم	تركيز الرصاص	RSD%

	ppm	ppm	(دقيقة)	(g/ l)	
1.77	0.020	0.46	0		
15.23	0.024	7.20	30		
8.07	0.028	7.96	60	10	
14.46	0.057	8.39	90		
0.004	0.194	9.53	120		
6.64	0.010	2.63	0		
0.77	0.037	3.13	30	15	ملح الطعام + ماء شرب
15.43	0.120	6.37	60		
14.5	0.020	9.85	90		
2.83	0.025	14.97	120		
22.71	0.030	1.53	0		
12.49	0.636	4.12	30		
16.33	0.198	10.33	60	20	
0.0014	0.130	12.15	90		
18.30	0.022	17.71	120		
6.29	0.114	1.12	120 على البارد		

الجدول (5) : يوضح دراسة تأثير الفول مع الملح على أواني الألمنيوم .

RSD%	تركيز الرصاص ppm	تركيز الألمنيوم ppm	زمن التسخين (دقيقة)	كمية العينة (g / l)	نوع العينة
1,49	0.147	0,708	0		
	1.181	0,676	30		
0,0084	1.180	0,676	60	15غ ملح +100غ فول	
21,15	1.026	0,722	90		
9,04	1.092	0,832	120		
23,47	0.109	0,483	0		فول + ملح
1,14	0.125	0,523	30	15غ ملح + 150غ فول	
18,15	0.622	0,644	60		

		90	0,728	0.099	21,92
		120	0,843	1.162	0,0014
		0	0	0.088	9,87
		30	0,257	0.107	15,27
	15غ ملح + 200غ فول	60	0,289	0	
		90	0,296	0.727	14,20
		120	0,322	0.886	16,67
	= على البارد	120	0,096	0.089	0,18

الجدول (6) : يوضح دراسة تأثير محلول الحمص على أواني الألمنيوم .

نوع العينة	كمية العينة g / l	زمن التسخين (دقيقة)	تركيز الألمنيوم ppm	تركيز الرصاص ppm	RSD %
حمص + ماء	100 غ	0	0,99	0,00	312,4
		30	2,96	0.033	5,57
		60	3,64	0.032	13,37
		90	5,31	0.229	0,49
		120	8,76	0.296	13,44
	150غ	0	0,00	0.022	161,93
		30	1,45		
		60	2,48	0.078	0,092
		90	4,86	0.057	33,23
		120	9,01	0.054	1,00
	200غ	0	0,00	0.190	73,95
		30	0,57	0.060	109,19
		60	2,51	0.062	35,62
		90	4,67	0.249	31,63
		120	9,95	0.222	19,61
		120 على البارد	0,38	0.018	16,03
		10غ من عينة 100غ مغلية لمدة 120 دقيقة	1,35	0.112	0,11
		= من عينة	2,31	0.144	29,39

			150 غ		
12,46	0.176	2,22	= من عينة 200غ		
17,13	0.165	3,64	= على البارد		

تظهر الجداول السابقة علاقة بين زمن التسخين وكمية الألمنيوم المنحلة مع تغيير كمية المواد المدروسة في كل مرة .

الاستنتاجات والتوصيات :

تظهر النتائج الموجودة في الجدول (3) أن كميات الألمنيوم المذابة من أوني الطهي تزداد بازدياد زمن التسخين (حيث بلغت أقصاها 2.81µg / ml عند زمن قدره 120 دقيقة و 1.09µg/ml بدون تسخين و 0.45 µg / ml على البارد و بدون وعاء ألمنيوم) ولا تتعلق بكميات الفول المضافة . و أن كمية الألمنيوم المدمصة تتعلق بكميات الفول المطهية حيث بلغت 1.15 µg / ml في 25 g منه . ولم تظهر كميات الرصاص المكتشفة تابعية لزمن التسخين حيث بلغت أقصاها 0.12 µg / ml في محلول الفول و 0.20 µg / ml مدمصة على 25 g من الفول المطهي لزمن تسخين 120 دقيقة و 0.18 µg/ ml كمية الرصاص في محلول الفول و بدون تسخين . مما يشير أن الرصاص يأتي من الفول و الماء .

ويظهر الجدول (4) أن كمية الألمنيوم المذابة في المحلول الملحي أكبر منها في محلول الفول (حيث بلغت أقصاها 17.71 µg / ml عند إضافة 20 g من ملح الطعام و التسخين لزمن قدره 120 دقيقة و 1.12 µg / ml بدون تسخين). مما يشير إلى أن الملح له تأثير قوي على أواني الألمنيوم . وقد أظهر الرصاص قيم غير ثابتة حيث بلغ أقصاها 0.63 µg / ml .

وتبين النتائج الموجودة في الجدول (5) أن كميات الألمنيوم المنحلة في المحلول الملحي للفول أكبر منها لغير الملحي حيث بلغت أقصاها 0.84 µg / ml .

و النتائج المدونة في الجدول (6) تؤكد أن كميات الألمنيوم المذابة في محلول الحمص أكبر منها في محلول الفول (حيث بلغت أقصاها 9.95 µg / ml عند زمن تسخين 120 دقيقة وكمية 200 g من الحمص و 3.64 µg / ml بدون تسخين) و لاتتعلق بكميات الحمص المضافة . و بلغت كمية الألمنيوم المدمصة 2.31 µg / ml على 10 g من الحمص المطهي لزمن 120 دقيقة .

وبمقارنة كميات الألمنيوم والرصاص المنحلة من أوعية الطبخ إلى محاليل الأغذية مع الكميات المسموح بوجودها حسب المواصفات القياسية العالمية نلاحظ أنها تتجاوزها في حال الألمنيوم وتبقى ضمنها بالنسبة للرصاص.

نستنتج مما سبق أن شوارد الألمنيوم تتحرر من أوعية الطهي المصنوعة من الألمنيوم نتيجة التعرض المستمر للحرارة العالية لتصل إلى المحلول الغذائي الذي يتناوله الناس ، مما يشكل خطورة كبيرة على صحتهم وقد لوحظ دخول عنصر الرصاص في صناعة هذه الأواني. ولهذا أهمية كبيرة خصوصا في بلدان العالم الثالث التي تستخدم بكثرة هذا النوع من الأوعية . ولا بد من الإشارة إلى أنه يمكن أن تزداد كميات الألمنيوم المكتشفة هذه عندما تكون محاليل

الأغذية المطهية بهذه الأواني حمضية و لهذا يجب البحث عن الإجراءات التي يمكن اتخاذها للحد من عملية انحلال الألمنيوم في المواد الغذائية وهذا ما سوف نتناوله بالدراسة المقبلة من هذا البحث .

و أخيرا ننصح بعدم استخدام أوعية الألمنيوم التقليدية في عمليات الطبخ وحفظ بعض الأغذية فيها واستعمال أوعية طبخ أخرى .

المراجع:

1) د . دهان ، محمود ، *كيمياء وتحليل الأغذية (نظري + عملي)* ، جامعة حلب / سوريا 1989 ص. 181- 173.

2) By LAURA Mc Kay YB ICT Key *Skill Assignment* , 1996 , 1-2 .

3) BOLLA , k . I . and et al , *Neurocongitive effects of aluminium* , Arch . Neurol ., 1992 , 49 - 1021 .

4) HUGHES , T . *Aluminium and the hunan brain* , The practitioner , 1991 , 2: , 5, 216 .

5) MERCOLA , J , *your Teflon frying pan may be causing problems Nature* 2001 , 412 : , 321.

6) CANNAA J . B . et al , *Aluminium hydroxide intake , real risk of aluminium toxicity* . Brit . Med . , 1993 , 286 : , 216.

7) ANON . *Feguently asked questions about Dupot* . Teflon company , 2002 ,316.

8) KEMPTER , G . KASPER , F . KREYSIG , D . *Praktikum zur allgemeinen und anorganischen Chemie* , VEB Deutscher Verlag Berlin / Germany , 1985 , 71 - 80

9) DITTRICH K . , *Atom absorptionsspektrosmetrie* , Akademie Verlag Berlin / Germany , 1987 , 49 - 70 .

10) JORG HEDIGER H . *Quantitative Spektroskopie* , Alfred Huthig Verlag Heidelberg Germany , 1985 , 1 – 10 – 56 - 93.

11)DANZER , Than . Molch . KUCHLER , *Analytik* , Akademische Verlagsgesellschaft Leipzig / Germany , 1987 , 10 - 213