دراسة محتوى بعض العناصر الثقيلة أثناء مراحل صناعة الخبز

هبه أحمد إبراهيم[1] و بيان ياسين العبد الله

قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة تكريت – العراق

الخلاصــة

تم تقدير بعض العناصر الثقيلة (الرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس) في عينات حبوب الحنطة الموردة إلى صوامع (تكريت والحجاج والشرقاط)، وقد كان تركيز عنصر الرصاص في الحبوب التي جُمعت من الصوامع المدروسة يتراوح (0.40 –0.81) جزء بالمليون في حين تراوح تركيز عنصر الكادميوم (0.04-nd) جزء بالمليون، أما تركيز عنصر النيكل فقد بلغ 1 جزء بالمليون في حبوب جميع الصوامع المدروسة وقد تراوح تركيز عنصر النحاس (0.65–0.67) جزء بالمليون. كما بلغت تراكيز عناصر (الرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس) في عينات الطحين التي جُمعت من (مطحنة الاخاء الأهلية/تكريت ومطحنة تكريت الحكومية ومطحنة الوفاء/بيجي) (1.10، 0.63، 1.36) و (nd، 0.12، nd) و (0.68، 0.56، 0.63) و (0.11، 0.16، 0.28) جزء بالمليون على التوالي. وتراوح مدى تراكيزها في المواد الداخلة في صناعة الخبز (الماء والدهون والمحسنات والخميرة والملح) بين (1.27-nd و 0.09-nd و 1.39-0.04 و 0.57-nd) جزء بالمليون للعناصر المدروسة على التوالي. وبلغت تراكيز تلك العناصر أثناء مراحل صناعة الخبز المختبري في الطحين الأبيض والعجين المنتج منه بعد عملية التخمير النهائي والمنتوج (0.23، 0.10، 0.10>) و (0.06، 0.05، 0.05>) و (0.70، 0.70،0.60) و (0.40، 0.35، 0.21) جزء بالمليون، وفي الطحين كامل الاستخلاص والعجين المنتج منه بعد عملية التخمير النهائي والمنتوج (0.45، 0.40، 0.35) و (nd، nd، nd) و (0.70، 0.65، 0.60) و (0.50، 0.48، 0.33) جزء بالمليون لعناصر الرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس على التوالي. كما تراوحت تراكيز العناصر المذكورة أعلاه في أنواع الخبز المحلي (خبز الغاز وخبز التنور والصمون الحجري والخبز الكهربائي والصمون الكهربائي) بين (0.30–1.10، 0.05-0.11، 0.60-1.50، 0.10-0.38) جزء بالمليون على التوالي.

الكلمات المفتاحية :
العناصر الثقيلة، الحنطة، الطحين، الخبز، جهاز الامتصاص الذري.

للمراسلة:
هبه احمد ابراهيم

البريد الالكتروني:
Tota.toty959@yahoo.com

Study Content of Some Heavy Metals During Stages of Bread making

Hiba A. Ibrahim and Bayan Y. Al-Abdullah

Food Science Dep. - College of Agriculture - University of Tikrit - Iraq

ABSTRACT

Determination of some heavy metals in the samples of wheat grains supplied to silos, the flour collected from Mill, the materials used in breadmaking, during laboratory breadmaking processes and in the local bread types. Lead, cadmium, nickel and copper in the samples of wheat grain supplied to silos in Tikrit, Hajaj and Sharqat were determined. Concentrations of lead, cadmium and copper in the collected samples ranged 0.40-0.81, nd-0.04 and 0.65-0.67 ppm respectively; while nickel concentration in all samples collected from above-mentioned silos were 1 ppm. The concentrations of lead, cadmium, nickel and copper in flour collected from Mill of Al-Akhaa Alahlia/Tikrit, Mill of Tikrit and Mill Al- Wafaa/Baiji were (1.10, 0.63, 1.36), (nd, 0.12, nd), (0.68, 0.56, 0.63) and (0.11, 0.16, 0.28) ppm respectively. The heavy metal concentrations in the materials used in breadmaking (water, fats, improvers, yeast and salt) were (nd-1.27, nd-0.09, 0.04-1.39 and nd-0.57) ppm respectively. While the concentrations of heavy metals during laboratory breadmaking processes in white flour, dough after proof and final product (bread) were (0.23, 0.10, <0.10), (0.06, 0.05, <0.05), (0.70, 0.70, 0.60) and (0.40, 0.35, 0.21) ppm, and in whole wheat flour, dough after proof and final product were (0.45, 0.40, 0.35), (nd, nd, nd), (0.70, 0.65, 0.60) and (0.50, 0.48, 0.33) ppm respectively. The concentrations of above-mentioned heavy metal in local bread types; Bread baked in Gas-oven (al-Ragheef), al-Tunnor bread (al-Ragheef), Hearth al-Sammoon, Electric bread (Flat) and Electric al-Sammoon were (0.30-1.10, 0.05-0.11, 0.60-1.50 and 0.10-0.38) ppm respectively.

Key words:
Heavy metals, Wheat, Flour, Bread, Atomic absorption.

Correspondence:
Hiba A. Ibrahim

E-mail:
Tota.toty959@yahoo.com

[1] البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الاول

المقدمة :

تُعد الحبوب من أكثر الأغذية استهلاكاً في العالم، ولكل نوع منها أصناف عديدة، وهي تُجهز 90 % من المُدخلات الغذائية للفرد، وتُشكل حوالي 85 % من الإنتاج العالمي للغذاء، كما يُجهز الخبز جزءاً كبيراً من الطاقة للأفراد خصوصاً في الدول النامية إذ يوفر ما يصل من 50 إلى 90 % من إجمالي السعرات الحرارية والبروتين (Fu وآخرون، 2008، Tang وآخرون، 2010)، وتُعد الحنطة من الحبوب الأوسع إنتاجاً واستعمالاً، وبلغ الإنتاج العالمي منها في عام 2010 (651) مليون طن، وقد بلغ إنتاج العراق في عام 2011 (2.8) مليون طن (FAO، 2010، 2011).

تدخل الحنطة في إنتاج الكثير من المنتجات الغذائية منها: المعجنات (Pastries) مثل البسكت والكيك والفطائر وغيرها والتي تُنتج من الحنطة الناعمة (Soft wheat)، وفي صناعة العجائن (Pasta) مثل المعكرونة والشعرية والنودلز (Noodles) وغيرها والتي تُنتج من الحنطة الخشنة أو الديورم (Durum wheat)، إضافةً إلى دخولها في صناعة أغذية الأطفال ومنتجات الإفطار وغيرها (Elieser وArthur، 1997، Kumer وآخرون، 2011). ولعل أهم هذه المنتجات هو الخبز الذي يُنتج من حنطة الخبز أو الحنطة الصلبة (Hard wheat)، وهي من الحنطة السداسية (Hexaploids) التي تمتاز بنوعية خاصة للكلوتين المسؤول عن تكوين الشبكة الكلوتينية التي تحجز الغاز الناتج من التخمير ويُعطي الحجم المرغوب، وبالتالي يكون هذا النوع من الحنطة مثالياً لعمل الخبز.

والخبز كأي مادة غذائية أُخرى لابد أنّ يكون خالياً من المواد الغريبة مثل المبيدات الحشرية والمركبات الكيميائية الخطرة والأحياء المجهرية وسمومها، ومن هذه المواد هي العناصر الثقيلة التي يُعد التلوث بها من أهم تلك الملوثات، وقد اهتمت الدراسات الحديثة بهذا الموضوع من حيث انتشار تلك العناصر في البيئة ووصولها إلى الإنسان وتأثيراتها الصحية.

وتُوجد العناصر الثقيلة بصورة واسعة في المياه والتربة والهواء، إضافةً إلى المصدر الخطير الذي ينشأ من استخدام المواد الهيدروكربونية كوقود لإجراء عملية التخبيز واستعمال الأكياس البلاستيكية، كما يُعد التسميد أحد مصادر وصول تلك العناصر لنبات الحنطة ومن ثم إلى الخبز.

والعناصر الثقيلة هي من بين الملوثات البيئية الأكثر خطورة بسبب سُميتها العالية وسهولة تراكمها في أنسجة الكائنات الحية المختلفة كالإنسان والحيوان والنبات، ويعود سبب الزيادة المستمرة لهذه المعادن إلى النفايات السائلة الناتجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي ومحطات الطاقة والتصنيع والتعدين والزراعة (Guevara-Riba وآخرون، 2004).

ويهدف هذا البحث إلى: تقدير العناصر الثقيلة في أنواع الخبز والصمون المُباع في الأسواق المحلية، بالإضافة إلى مُتابعة العناصر الثقيلة في مراحل صناعة الخبز المختلفة إبتداءً من حبوب الحنطة حتى إنتاج الخبز.

مواد وطرائق البحث :

جمع وإعداد العينات :

تم جمع عينات الطحين الأبيض والخميرة والملح والسكر والدهن والمحسنات وعينات الصمون: الصمون الحجري والكهربائي من الأسواق المحلية لمدينة تكريت ولمرة واحدة، وعينات خبز الرغيف المنزلية: خبز الغاز وخبز التنور (الحطب) والخبز الكهربائي (المُسطح)، كما تم جمع عينات حبوب الحنطة من الصوامع: صومعة تكريت والحجاج والشرقاط وعينات الطحين والنخالة من المطاحن: مطحنة الاخاء الأهلية/تكريت ومطحنة تكريت الحكومية ومطحنة الوفاء/بيجي، أما الطحين كامل الاستخلاص فقد تم الحصول عليه من الطحن الكامل لحبوب الحنطة المأخوذة من صومعة تكريت باستخدام المطحنة المنزلية. تم حفظ عينات (حبوب الحنطة والطحين الأبيض والطحين كامل الاستخلاص والملح والسكر) في عبوات محكمة الغلق في المختبر وبدرجة حرارة 20-25 مْ، أما عينات (الخميرة والدهن والمحسنات وعينات الصمون وعينات خبز الرغيف) فقد حُفظت بدرجة حرارة الثلاجة.

طريقة صناعة الخبز المختبري (اللوف):

تم استخدام طريقة صناعة الخبز المختبري المعدة بالطريقة المباشرة A.A.C.C، (2000)، مع التحوير المستخدم من قبل العبدالله، (1986). وتم أخذ طحين أبيض وطحين كامل الاستخلاص وزنهما 100 غم وخميرة 1 غم وسكر 0.5 غم وملح 1.7غم على أساس وزن الطحين والماء حسب امتصاصية الطحين 59 ± 1 مل.

وقد تم وزن المكونات أعلاه ثم أُضيف جزء من الماء الدافئ لعمل المحلول السكري والملحي والجزء الآخر لعمل عالق الخميرة، وبعدها تم إضافة المكونات إلى الطحين وخُلطت جميعها وصولاً إلى النضج التام للعجين، وشُكلت قطعة العجين باليد ثم وضعت في الإناء المخصص لعملية التخمير، وأُجريت هذه العملية على درجة حرارة 30-32 مْ ورطوبة نسبية 85 %، واستمرت فترة التخمير الابتدائي لمدة 45 دقيقة ثم تلتها عملية طرد الغازات (Punching)، وأُعيدت بعدها قطع العجين إلى المخمرة ثم أُدخلت فترة التخمير الثانوي (فترة الراحة) ولمدة 10 دقائق وتحت نفس الظروف السابقة، وبعدها مرحلة التشكيل (Moulding) واستُخدمت الطريقة المباشرة. جُهزت القوالب (Pans) بالحجوم والأبعاد المحددة لنفس الطريقة السابقة بعد إجراء عملية التشكيل، وأُجريت عملية التخمير النهائي (Final Proof) ولمدة 60 دقيقة تحت نفس الظروف من درجة حرارة ورطوبة ثم تمت عملية التخبيز على درجة حرارة 225 ± 5 مْ ولفترة 20-25 دقيقة، وبعد انتهاء التخبيز ترك اللوف ليبرد في الجو الخارجي ولحين وصوله إلى درجة حرارة الغرفة الاعتيادية ثم وضعه في أكياس من البولي اثيلين وحُفظت في المجمدة لحين إجراء الفحوصات عليها.

تقدير العناصر الثقيلة :

تم تقدير المعادن الثقيلة في العينات المدروسة باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Atomic absorption) حسب الطريقة المتبعة في (A.O.A.C، 2004).

النتائج والمناقشة:

1. تراكيز العناصر الثقيلة في عينات الحنطة:

يبين الجدول (1) تراكيز العناصر الثقيلة (الرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس) في عينات الحنطة التي تم جمعها من صوامع (تكريت والحجاج والشرقاط)، أوضحت النتائج تراكيز عنصر الرصاص والتي بلغت (0.40، 0.72،0.81) جزء بالمليون على التوالي، وتُشير هذه النتائج إلى ارتفاع تراكيز هذا العنصر قليلاً مقارنةً مع ما توصل إليه Jawad و Allafaji، (2012) اللذان لاحظا إنّ تراكيزه تراوحت (0.27-0.748) جزء بالمليون، وذلك عند دراستهما لأنواع من الحنطة الصلبة والناعمة من مناشئ مختلفة (كندية وأسترالية وأمريكية ومحلية)، وقد يُعزى وجود هذا العنصر في حبوب الحنطة إلى استخدام الأسمدة وبعض المبيدات الزراعية وغيرها (Strojan و Phillips، 2002).

كما يُوضح الجدول نفسه تراكيز عنصر الكادميوم والتي بلغت (0.04، nd، nd) جزء بالمليون وذلك لعينات الحنطة في صوامع (تكريت والحجاج والشرقاط) على التوالي، وهذه النتائج أقل مما توصل إليه Wieczorek وآخرون، (2005) الذين وجدوا إنّ تركيز هذا العنصر تراوح (0.015-0.04) جزء بالمليون، وهي أقل مما حددته مواصفات هيئة الدستور الغذائي (CAC) Codex Alimentarius Commission ومواصفات المفوضية الأوروبية، (2006) والتي ذكرت الحدود المسموح بها لهذا العنصر تتراوح (0.10-0.20) جزء بالمليون، وقد يعود السبب في قلة تراكيز الكادميوم في حبوب الحنطة إلى انخفاض انتقال هذا العنصر من التربة إلى حبوب الحنطة والمحاصيل الأُخرى مقارنةً مع بقية العناصر (Lübben، 1993).

ويتبين من الجدول (1) إنّ تراكيز عنصر النيكل كانت متساوية لنماذج الحنطة المدروسة، إذْ بلغ ذلك التركيز 1 جزء بالمليون لكل منها، وتُشير هذه النتائج إلى ارتفاع تركيز هذا العنصر مقارنةً مع ما توصل إليه Orisakwe وآخرون، (2012) الذي بلغ 0.39 جزء بالمليون لنموذج الحنطة المدروسة من قبلهم، وقد يعود سبب ارتفاع هذا العنصر في حبوب الحنطة إلى

العوامل التي تُؤثر على تركيزه في التربة وانتقاله منها إلى الحبوب ومن هذه العوامل: نوع التربة واستخدام المبيدات والأسمدة والتلوث بالنفايات الصناعية (Dara، 2006).

كما بينت النتائج تراكيز عنصر النحاس والتي بلغت (0.65، 0.66، 0.67) جزء بالمليون ولجميع الصوامع على التوالي، وهذه التراكيز متقاربة فيما بينها، وهي قريبة للحدود العليا التي ذكرها Jawad و Allafaji، (2012) اللذان وجدا إنّ تركيز النحاس في حبوب الحنطة (الكندية والأسترالية والأمريكية والمحلية) يتراوح (0.223-0.638) جزء بالمليون، وترتفع نسب هذا العنصر في الحبوب والمحاصيل الأُخرى بسبب استخدام أنواع السماد والمبيدات المختلفة، ومن الجدير بالذكر إنّ ارتفاع تراكيز النحاس يُؤثر على التركيب الكيميائي للأغذية وعلى نوعيتها ورائحتها ولونها (Salama و Radwan، 2005).

جدول (1): محتوى العناصر الثقيلة في عينات الحنطة من صوامع مختلفة

الصوامع	العناصر الثقيلة ppm			
	الرصاص	الكادميوم	النيكل	النحاس
صومعة تكريت	0.40	0.04	1.00	0.65
صومعة الحجاج	0.72	Nd	1.00	0.66
صومعة الشرقاط	0.81	Nd	1.00	0.67

2. تراكيز العناصر الثقيلة في أنواع الطحين والنخالة:

يبين الجدول (2) تراكيز العناصر الثقيلة (الرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس) في أنواع الطحين والنخالة المنتجة من مطاحن متعددة، فقد بلغت تراكيز عنصر الرصاص (1.10، 0.63، 1.36) جزء بالمليون لكل من عينات الطحين التي جُلبت من مطحنة الاخاء الأهلية/تكريت ومطحنة تكريت الحكومية ومطحنة الوفاء/بيجي على التوالي، وتُشير هذه النتائج إلى أنّها أعلى من التراكيز التي توصل إليها Tejera وآخرون، (2013) الذين وجدوا إنّ تراكيز هذا العنصر تتراوح (0.037-0.056) جزء بالمليون في أنواع الطحين المدروس من قبلهم، وهي أعلى مما حددته المواصفات القياسية المصرية، (1993) والتي أشارت إلى أنّ التركيز المسموح به لعنصر الرصاص في طحين الحنطة هو 0.5 جزء بالمليون.

كما يُوضح الجدول تراكيز عنصر الكادميوم والتي بلغت (nd، 0.12، nd) جزء بالمليون للمطاحن المذكورة أعلاه على التوالي، وهي أقل _عدا مطحنة تكريت الحكومية_ مما توصل إليه Christopher وآخرون، (2009) الذين لاحظوا إنّ تراكيز هذا العنصر في الطحين النيجيري تتراوح (0.002-0.004) جزء بالمليون.

وبينت النتائج تراكيز عنصر النيكل التي بلغت (0.68، 0.56، 0.63) جزء بالمليون للطحين الذي تم جمعه من المطاحن المدروسة على التوالي، وهي تُشير إلى ارتفاع تراكيز هذا العنصر مقارنةً مع ما توصل إليه Tejera وآخرون، (2013) الذي تراوح (0.080-0.088) جزء بالمليون في أنواع من طحين الحنطة الكامل.

ويبين الجدول (2) تراكيز النحاس والتي بلغت (0.11، 0.16، 0.28) جزء بالمليون لعينات الطحين المدروسة على التوالي، وهي أعلى مما توصل إليه Christopher وآخرون، (2009) الذين لاحظوا أنّ تركيز هذا العنصر يتراوح (0.016-0.034) جزء بالمليون في أنواع الطحين التي درسوها.

ويُلاحظ من النتائج في الجدول نفسه إنّ تراكيز المعادن الثقيلة في النخالة بلغت (0.54، nd، 0.80، 0.28) جزء بالمليون لكل من عناصر (الرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس) على التوالي، وهي تختلف مع ما توصل إليه Ekholm وآخرون، (2007) الذين وجدوا أنّ تراكيز هذه العناصر في النخالة كانت (0.09، 0.1، 0.81، 14) جزء بالمليون على التوالي.

وعموماً فإنّ ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة في الطحين الناتج قد يعود إلى عمليات الطحن ويعتمد هذا على نوع ومراحل الطحن المستخدمة، خاصةً بالنسبة لعنصر الرصاص الذي تكون نسبته في الحبوب الداخلة إلى المطاحن أقل من نسبته في الطحين الناتج إذْ تزداد هذه النسبة أثناء عمليات الطحن (برنامج المعيشة والدخل من البيئة، 2007).

جدول (2): محتوى العناصر الثقيلة في أنواع الطحين والنخالة المنتجة من مطاحن متعددة

المطاحن	العناصر الثقيلة ppm			
	الرصاص	الكادميوم	النيكل	النحاس
مطحنة الأخاء الأهلية/تكريت	1.10	Nd	0.68	0.11
***مطحنة تكريت الحكومية**	0.63	0.12	0.56	0.16
مطحنة الوفاء/ بيجي	1.36	Nd	0.63	0.28
***النخالة**	0.54	Nd	0.80	0.28

*النخالة منتجة من مطحنة تكريت الحكومية.

3. تراكيز العناصر الثقيلة في المواد الداخلة في صناعة الخبز

يبين الجدول (3) تراكيز العناصر الثقيلة (الرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس) في المواد الداخلة في صناعة الخبز، والتي بلغت (0.80، 0.06، 0.70، 0.15) جزء بالمليون لعينة الماء المدروسة على التوالي، وكان أعلى هذه العناصر تركيزاً هو عنصر الرصاص الذي كان تركيزه أعلى من الحد الذي وضعته وكالة حماية البيئة EPA وهو 0.015 جزء بالمليون (Dentali، 2008)، وأقلها تركيزاً هو عنصر الكادميوم والذي كان أعلى مما حددته منظمة الصحة العالمية (WHO) وهو 0.03 جزء بالمليون (Duruibe وآخرون، 2007).

وفي دراسة أجراها Tuzen و Soylak، (2006) لقياس عنصر النيكل في مياه الشرب في تركيا وجد إنّ تركيزه يتراوح (0.05-0.02)جزء بالمليون، وهو أقل من التركيز الذي توصلنا إليه في الدراسة والذي بلغ 0.70 جزء بالمليون.

كما يُلاحظ من النتائج تركيز عنصر النحاس في الماء والذي بلغ 0.15 جزء بالمليون، وهو أقل مما حددته المواصفة القياسية العراقية، (2001b) التي ذكرت إنّه 1 جزء بالمليون.

وقد يعود سبب ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة وتلوث المياه بها إلى العمليات الكيميائية والجيوكيميائية المختلفة أو إلى السيول الجارفة الناتجة من الأمطار الغزيرة والتي تذهب إلى مواقع التفريغ وتنقل هذه العناصر إلى المسطحات المائية ومن ثم إلى جذور المحاصيل وبالتالي تنتقل عن طريق السلسلة الغذائية إلى الإنسان (Wills، 2000، Arora وآخرون، 2008).

وبينت النتائج إنّ تراكيز الرصاص بلغت (0.80 و 0.90) جزء بالمليون لعينات دهن التونسا وأونات على التوالي، وتُشير هذه النتائج إلى ارتفاع تركيز هذا العنصر مقارنةً مع ما توصل إليه Alothman، (2010) الذي وجد إنّ تركيز الرصاص تراوح (0.030-0.005) جزء بالمليون في أنواع الدهون في مدينة الرياض/السعودية.

ويبين الجدول نفسه تراكيز الرصاص في محسنات الخبز المدروسة والتي بلغت (nd و 0.27) جزء بالمليون لكل من نموذج المحسن التركي والإنجليزي على التوالي، وهي أقل مما حددته المواصفات القياسية العراقية، (2001) التي ذكرت إنّ الحد الأعلى المسموح به لهذا العنصر هو 1 جزء بالمليون، كما يُلاحظ من النتائج تراكيز عناصر (الكادميوم والنيكل والنحاس) والتي كانت (nd، 0.60، nd) جزء بالمليون لعينات المحسن التركي علـى التوالـي، وبلغت (0.01، 1.12، 0.40) جزء بالمليون لنماذج المحسن الإنجليزي على التوالي، وهي أقل مما حددته المواصفة العراقية التي ذكرت بأنّ الحد الأعلى لبقية العناصر التي تُحسب كرصاص يجب أنّ لا يزيد عن 2 جزء بالمليون.

كما يُوضح الجدول (3) تراكيز العناصر في الخميرة المدروسة والتي تراوحت (0.08-0.90) جزء بالمليون، وكان أقل تركيز لعنصر الكادميوم في خميرة إيديال وأعلى تركيز لعنصر النيكل في خميرة إيديال أيضاً. كما بين الجدول نفسه تراكيز عناصر (الرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس) في عينات الملح المدعم باليود وكانت (nd، nd، 1.39، 0.40) جزء بالمليون على التوالي، وبلغت (1.27، 0.08، 1.35، nd) جزء بالمليون لعينات الملح العادي ولجميع العناصر المذكورة على التوالي، وتُشير النتائج إلى إنّ تراكيز عنصري الرصاص والكادميوم في الملح العادي أعلى منه في الملح المدعم باليود مما يدل على تلوث هذا الملح بتلك العناصر، كما يُلاحظ إنّ تراكيز عنصري النيكل والنحاس في الملح المدعم باليود أعلى منه في الملح العادي إذْ بلغت 1.39 و0.40 جزء بالمليون على التوالي.

جدول (3): محتوى العناصر الثقيلة في المواد الداخلة في صناعة الخبز

المواد الداخلة في التصنيع	العناصر الثقيلة ppm			
	الرصاص	الكادميوم	النيكل	النحاس
ماء	0.80	0.06	0.70	0.15
دهن التونسا	0.80	Nd	0.66	0.20
دهن أونات	0.90	Nd	0.04	Nd
محسن تركي	Nd	Nd	0.60	Nd
محسن إنجليزي	0.27	0.01	1.12	0.40
خميرة التونسا	0.36	0.09	0.70	0.57
خميرة إيديال	0.40	0.08	0.90	0.54
ملح مدعم باليود	Nd	Nd	1.39	0.40
ملح عادي	1.27	0.08	1.35	Nd

وقد يعود ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة في الملح العادي إلى مصادر إنتاجه التي عادةً ما تكون من الأراضي الملحية ومياه البحر ثم يُسحق ويُعبأ مباشرةً للاستهلاك. ولم يُلاحظ في الأدبيات العلمية ما يُشير إلى قياس تراكيز العناصر الثقيلة في المواد المساعدة الداخلة في صناعة الخبز والمعجنات.

4. تراكيز العناصر الثقيلة أثناء مراحل صناعة الخبز المختبري (اللوف):

يبين الجدول (4) تراكيز العناصر الثقيلة (الرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس) أثناء مراحل صناعة الخبز المختبري باستخدام الطحين الأبيض والطحين كامل الاستخلاص والتي شملت قياس تلك العناصر قبل عملية الخلط وفي نهاية عملية التخمير وفي المنتوج النهائي، وقد بلغت (0.23، 0.06، 0.70، 0.40) جزء بالمليون في الطحين الأبيض لكل من العناصر المذكورة على التوالي، وفي عينات الطحين كامل الاستخلاص بلغت (0.45، nd، 0.70، 0.50) على التوالي، وهي لا تتوافق مع ما توصل إليه Ekholm وآخرون، (2007) الذين وجدوا إنّ تراكيز عناصر(الرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس) بلغت (0.09، 0.03، 0.06، 2) جزء بالمليون في عينات طحين الحنطة التي درسوها على التوالي.

وبين الجدول نفسه انخفاض تراكيز العناصر الثقيلة عند قياسها في نهاية عملية التخمير النهائي للعجين، فكانت (0.10، 0.05، 0.70، 0.35) جزء بالمليون للعجين المُتخمر الناتج من الطحين الأبيض ولكل من عناصر (الرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس) على التوالي، كما بلغت (0.40، nd، 0.65، 0.48) جزء بالمليون لجميع العناصر المدروسة على التوالي للعجين المُتخمر الناتج من الطحين كامل الاستخلاص.

كما أشارت النتائج أيضاً إلى انخفاض تراكيز العناصر في الخبز الناتج من الطحين الأبيض والطحين كامل الاستخلاص، إذْ بلغ تركيز الرصاص 0.10> جزء بالمليون للخبز الناتج من الطحين الأبيض، وهي أعلى مقارنةً مع ما توصل إليه Alothman، (2010) الذي لاحظ إنّ تركيز هذا العنصر في الخبز الأبيض بلغ 0.008 جزء بالمليون، وبين الجدول نفسه تركيز الرصاص في الخبز الناتج من الطحين كامل الاستخلاص وكان 0.35 جزء بالمليون، وهو أقل من الحد الأعلى للتراكيز التي وجدها Magomya وآخرون، (2013) في عينات الخبز النيجيري والتي تراوحت (0.34-3.13) جزء بالمليون.

ويُلاحظ من الجدول تراكيز الكادميوم التي بلغت (0.05> و nd) جزء بالمليون للخبز المصنع من الطحين الأبيض والطحين كامل الاستخلاص على التوالي، وهي أقل مما وجده Gholam وآخرون، (2005) الذين وجدوا أنّ تراكيز الكادميوم في أنواع الخبز الإيراني تتراوح (0.35-0.65) جزء بالمليون.

ويبين الجدول (4) تساوي تراكيز عنصر النيكل في الخبز الناتج من نوعي الطحين المستعملين، بلغ ذلك التركيز 0.60 جزء بالمليون، وتُشير هذه النتائج إلى أنّها أقل من التراكيز التي توصل إليها Gholam وآخرون، (2005) التي تراوحت (2.28-0.43) جزء بالمليون في عينات الخبز المدروسة من قبلهم.

كما بين الجدول تراكيز النحاس وكانت (0.21 و 0.33) جزء بالمليون للخبز الناتج من الطحين الأبيض والطحين كامل الاستخلاص على التوالي، وهي أقل من الحدود العليا للتراكيز التي وجدها Magomya وآخرون، (2013) والتي تراوحت (0.66-0.13) جزء بالمليون في عينات الخبز النيجيري.

وقد يكون سبب التلوث بالعناصر الثقيلة ناتج من الوسائل والمُعدات والمواد المستخدمة في مراحل التصنيع بالإضافة إلى الهواء والظروف البيئية المحيطة في جو التخبيز والوقود المستخدم في تلك العملية، وقد يعود سبب انخفاض تراكيز هذه العناصر في المنتوج إلى عمليات التخبيز التي لها تأثير كبير على مستويات العناصر وخاصةً الصغرى منها كالنحاس وغيره من العناصر ويعتمد ذلك على نوع ومراحل وطرق التخبيز (Gholam وآخرون، 2005، Jawad و Allafaji، 2012).

جدول (4): محتوى العناصر الثقيلة أثناء مراحل صناعة الخبز المختبري

مراحل التصنيع	العناصر الثقيلة ppm			
	الرصاص	الكادميوم	النيكل	النحاس
الطحين الأبيض	0.23	0.06	0.70	0.40
العجين بعد عملية التخمير النهائي	0.10	0.05	0.70	0.35
المنتوج	<0.10	<0.05	0. 60	0.21
الطحين كامل الاستخلاص	0.45	Nd	0.70	0.50
العجين بعد عملية التخمير النهائي	0.40	Nd	0.65	0.48
المنتوج	0.35	Nd	0. 60	0.33

5. تراكيز العناصر الثقيلة في أنواع الخبز المحلي:

يبين الجدول (5) تراكيز العناصر الثقيلة (الرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس) في أنواع الخبز المحلي، فقد بلغت تراكيز عنصر الرصاص (0.60، 0.40، 1.10، 0.36، 0.30) جزء بالمليون لعينات (خبز الغاز وخبز التنور (الحطب) والصمون الحجري والخبز والصمون الكهربائي) على التوالي، وهي لا تتفق مع التراكيز التي توصل إليها Alomary و Wedian، (2012) اللذان لاحظا إنّ تركيز هذا العنصر بلغ (1.02 و 0.264) جزء بالمليون للخبز المصنع باستخدام أنواع من الوقود والخبز الكهربائي على التوالي.

كما يُلاحظ من الجدول تراكيز عنصر الكادميوم في عينات (خبز الغاز وخبز التنور (الحطب) والصمون الحجري والخبز والصمون الكهربائي) والتي بلغت (0.11، 0.08، 0.05، 0.07، 0.05) جزء بالمليون على التوالي، وهي أعلى مما توصل إليه Alomary و Wedian، (2012) في نماذج الخبز التي درسوها والتي بلغت (0.02 و 0.01) جزء بالمليون على التوالي.

وبينت النتائج أنّ تراكيز عنصر النيكل بلغت (0.90، 0.85، 1.50، 0.65، 0.60) جزء بالمليون ولجميع العينات المدروسة على التوالي، وهي أعلى من التراكيز التي وجدها Alomary و Wedian، (2012) والتي بلغت (0.202 و 0.016) جزء بالمليون لكل من عينات خبز الوقود والخبز الكهربائي على التوالي. أما تراكيز عنصر النحاس فقد كانت (0.38، 0.20، 0.36، 0.10، 0.37) جزء بالمليون لعينات (خبز الغاز وخبز التنور (الحطب) والصمون الحجري والخبز والصمون الكهربائي) على التوالي، وهي أقل كثيراً مقارنةً مع ما توصل إليه Alomary و Wedian، (2012) اللذان لاحظا إنّ تركيز هذا العنصر في أنواع خبز الوقود والخبز الكهربائي قد بلغ (12.3 و 5.3) جزء بالمليون على التوالي. وقد يعود سبب وجود العناصر الثقيلة في الخبز إلى استعمال النفط وغيره من الوقود التي تُستخدم كمصدر للطاقة وتعمل على زيادة التلوث مقارنةً بالتخبيز الكهربائي الذي يُقلل من التلوث بتلك العناصر، ولوجود عنصر الرصاص بنسب ليست قليلة في الخبز لذا يجب إجراء الفحوصات والدراسات على المخابز التي تنتج ذلك الخبز (Jawad و Allafaji، 2012، Alomary و Wedian ، 2012).

جدول (5): محتوى العناصر الثقيلة في أنواع الخبز المحلي

أنواع الخبز	العناصر الثقيلة ppm			
	الرصاص	الكادميوم	النيكل	النحاس
خبز الغاز	0.60	0.11	0.90	0.38
خبز التنور (الحطب)	0.40	0.08	0.85	0.20
الصمون الحجري	1.10	0.05	1.50	0.36
الخبز الكهربائي	0.36	0.07	0.65	0.10
الصمون الكهربائي	0.30	0.05	0.60	0.37

المصادر :

برنامج المعيشة والدخل من البيئة (LIFE)، (2007). تحديد سمات وخصائص التلوث لمطاحن الدقيق الأهلية الصغيرة بقرى محافظة القليوبية. جمهورية مصر . محافظة القليوبية.

الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، (2001). المواصفة القياسية العراقية رقم 417. مياه الشرب.

الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، (2001). المواصفة القياسية العراقية رقم 3785. محسن الخبز.

العبد الله، بيان ياسين عبد الخضر (1986). تأثير بعض مكونات الخلطة وعمليات التصنيع في نوعية الخبز وصفات حفظه. رسالة ماجستير . كلية الزراعة. جامعة البصرة.

المفوضية الأوربية، (2006). مواصفات المفوضية الأوربية رقم 1881. النسب القصوى المسموح بها لملوثات معينة في المواد الغذائية.

المواصفة المصرية، (1993). المواصفات القياسية المصرية رقم 2360. المستويات والنسب القصوى المسموح بها للمعادن الثقيلة في الحبوب والدقيق.

A. A. C. C. (2000). American Association of Cereal Chemists. Approved methods of the AACC, 10th Ed. The Association : st. paul, MN.

A. O. A. C. (2004). Association of Official Analytical Chemists.12th Ed. Washington. D.C.

Al-Omary, A. and Wedian, F. (2012). The influence of Baking fuel types on the residues of some heavy metals in Jordanian bread. Jordan Journal of chemistry 7(1): 81-85.

Al-Othman, Z.A. (2010). Lead Contamination in Selected Foods from Riyadh City Market and Estimation of the Daily Intake. www.mdpi.com/journal/molecules. 7482-7497. 10.3390/ molecules15107482. ISSN 1420-3049.

Arora, M., Kiran, B., Rani, S., Rani, A., Kaur, B. and Mittal, N. (2008). Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. Food Chem. 11: 811-815.

Christopher, E.A., Iniama, G., Osabor, V., Etiuma, R. and Ochelebe, M. (2009). A Comparative Evaluation of Heavy Metals in Commercial Wheat Flours Sold in Calabar-Nigeria. Pakistan Journal of Nutrition 8 (5): 585-587.

Codex Alimentarius Commission (2006). Codex-Alimentarius: Impurities and toxins in food. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Italy.

Dara, S.S. (2006). Soil Pollution. In A Textbook of Environmental Chemistry and Pollution Control. Chand and Company Ltd: New Delhi. 87-274.

Dentali, S. (2008). Heavy Metals in Dietary Supplements. American herbal products association. sdentali@ahpa.org.

Duruibe, J.O., Ogwuegbu, M.O.C. and Egwurugwu, J.N. (2007). Heavy metal pollution and human biotoxic effects. Inter. Jour. Of Physical Sci. 2(5): 112-118.

Ekholm, P., Reininvuo, H., Mattila, P., Pakkala, H., Koponen, J., Happonen, A., Hellstrom, J. and Ovaskainen, M. (2007). Changes in the mineral and trace element contents of cereals. Fruits and vegetables in Finland. J. of food composition and analysis 20: 487-495.

Elieser, S. and Arthur, N. (1997). Wheat flour milling. America Association of cereal chemists. USA. 91-146.

FAO (2010). Food and Agriculture Organization. Crop production. [Online] Available from: http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor. (Accessed 20120103).

FAO (2011). Food and Agriculture Organization. Crop production. [Online] Available from: http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor. (Accessed 20120103).

Fu, J., Zhou, Q., Liu, J., Liu, W., Wang, T., Zhang, Q. and Jiang, G. (2008). High levels of heavy metals in rice (Oryza sativa L.) from a typical E-waste recycling area in southeast China and its potential risk to human health. Chemosphere 71: 75-1269.

Gholam, R., Khaniki, J., Yunesian, M., Mahvi, H.A. and Nazmara, S. (2005). Trace metal contaminants in iranian flat breads. Journal of Agriculture Social Sci. 1813 (2235): 301-303.

Guevara-Riba, A., Sahuquillo, A., Rubio, R. and Rauret, G. (2004). Assessment of metal mobility in dredged harbour sediments from Barcelona. Spain. Sci. Total Environ 321: 241-255.

Jawad, I. and Allafaji, S.H. (2012). The levels of Trace Metals Contaminants in Wheat Grains. Flours and Breads in Iraq. Australian Journal of Basic and Applied Sciences.6 (10): 88-92. ISSN 1991-8178.

Kumar, P., Yadava, R.K., Gollen, B., Kumar, S., Verma, R.K. and Yadav, S. (2011). Nutritional Contents and Medicinal Properties of Wheat. A Review. Life Sciences and Medicine Research (22): 1-10.

Lübben, S. (1993). Vergleichende Untersuchungen zur Schwermetallaufnahme verschiedener Kulturpflanzen aus klärschlammgedüngten Böden und deren Prognose durch Bodenextraktion. [Ph.D. Thesis.] University of Göttingen.

Magomya, A.M., Yebpella, G.G., Udiba, U.U., Amos, H.S. and Latayo, M.S. (2013). Potassium Bromate and Heavy Metal Content of Selected Bread Samples Produced in Zaria. Nigeria. International Journal of Science and Technology Volume 2 No. 2. ISSN. 2049-7318.

Orisakwe, O.E., Nduka, J.K., Amadi, C.N., Dike, D.O. and Bede, O. (2012). Heavy metals health risk assessment for population via consumption of food crops and fruits in owerri. South Eastern. Nigeria. Chemistry central J. 6(77): 1-7.

Salama, A.K. and Radwan, M.A. (2005). Heavy metals (Cd, Pd) and trace elements (Cu, Zn) contents in some foodstuffs from the Egyptian market. J. Agric. Sci. 17(1): 34-42.

Strojan, S.T. and Phillips, C.J.C. (2002). The detection and avoidance of Lead contaminated Herbage by daitry Cows. Journal of Dairy Science Vol. 85 (11): 3045-3053.

Tang, X., Shen, C., Shi, D., Cheema, S.A., Khan, M.I., Zhang, C. and Chen, Y. (2010). Heavy metal and persistent organic compound contamination in soil from Wenling: An emerging waste recycling city in Taizhou area. China. J Hazard Mater.173: 60-653.

Tejera, R.L., Luis, G., González, W., Dailos, C., José, M., Gutiérrez, Á.J., Rubio, C. and Hardisson, A. (2013). Metals in wheat flour. Comparative study and safety control. Nutrition Hospitalaria. 28(2): 506-513. ISSN 0212-1611 • CODEN NUHOEQ. S.V.R. 318.

Tuzen, M. and Soylak, M. (2006). Evaluation of Metal Levels of Drinking Waters from the Tokat-Black Sea Region of Turkey. Polish J. of Environ. Stud. Vol. 15. No. 6: 915-919.

Wieczorek, J., Wieczorek, Z. and Bieniaszewski, T. (2005). Cadmium and Lead Content in Cereal Grains and Soil from Cropland Adjacent to Roadways. Polish Journal of Environmental Studies Vol. 14. No 4: 535-540.

Wills, J. (2000). A survey of offshore oil field drilling wastes and disposal techniques to reduce the ecological impact of sea dumping. Sakhalin Environ. Watch. 13: 23-29.