مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (9)، العدد (1) (يونيو-2023)

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

DOI: https://doi.org/10.59743/jmset.v9i1.150

تقييم محتوى برومات البوتاسيوم في الدقيق وبعض المنتجات الغذائية في مدينة أوباري جنوب ليبيا

أسماء محمد عبدالرحمن* و عبدالسلام محمد المثناني

قسم علوم البيئة، كلية البيئة والموارد الطبيعية، جامعة وادي الشاطئ، براك، ليبيا.

*البريد الإلكتروني: i.abdolrhman@wau.edu.ly

Assessment of Potassium Bromate Content in Flour and Some Food Products in Ubari City, Southern Libya

Isma M. Abdorlhman* and A.M. Almathnani

Environmental Sciences Department, Faculty of Environmental and Resources,
Wadi Al Shatti University, Brack, Libya.

Received: 09 January 2023; Revised: 25 March 2023; Accepted: 10 May 2023.

الملخص

على مر السنوات حددت طبيعة برومات البوتاسيوم كمادة غش خطيرة في المواد الغذائية، لذا هدفت هذه الدراسة إلى تقييم وجود برومات البوتاسيوم في الدقيق وبعض المنتجات الغذائية المصنوعة منه (المخبوزات والمعجنات) وبعض المكونات الأخرى في مدينة أوباري جنوب ليبيا خلال سنة 2022. أظهرت نتائج التحليل النوعي وجود برومات البوتاسيوم في 85% من العينات المدروسة، حيث ظهرت الألوان من البنفسجي إلى الأزرق الغامق، فيما أعطت العينات 15% الأخرى (السكر والملح والخمائر) نتائج سلبية لظهور اللون الأخضر والوردي والأبيض. كما أكدت نتائج التحليل الكمي احتواء الدقيق والمخبوزات والمعجنات على تراكيز عالية من البرومات وبمتوسط 122.4228±3.356 و75.8654±1.853 و106.3108±1.082 ميكروجم/جم على التوالي، حيث وجدت أعلى التراكيز في الدقيق بعينات دقيق الشعير 321.212 ميكروجم/جم وأقلها في السميد 13.75 ميكروجم/جم، وفي المخبوزات كان أعلاها في عينات البريوش 193 ميكروجم/جم واقلها في الخبز المنزلي 7.531 ميكروجم/جم، وأما في المعجنات وجدت اعلى التراكيز في المكرونة السبيقا 156.624 ميكروجم/جم وأقلها في الإندومي 39.250 ميكروجم/جم، أن التأثير المسبّب للسرطان لبرومات البوتاسيوم تراكمي، وبهذا المعدل يمكن أن يؤدي الاستمرار في استهلاك هذه المنتجات إلى نمو خبيث بمرور الوقت. لذا توصي هذه الدراسة بالعمل على منع أو التقليل من استخدام برومات البوتاسيوم في المنتجات الغذائية، والبحث عن مصادر بديلة لهذا المحسن.

الكلمات الدالة: برومات البوتاسيوم، الدقيق، الخبز، المحسنات، المنتجات الغذائية.

Abstract

Over the years, the nature of potassium bromate has been determined as a dangerous adulteration in foodstuffs, so this study aimed to assess the presence of potassium bromate in flour and some food products made from it (baked and pastries) and some other ingredients in the city of Ubari, southern Libya during the year 2022. The results of the qualitative analysis showed potassium bromate in 85% of the samples studied, where the colors appeared from violet to dark blue, while the other 15% of samples (sugar, salt, and yeasts) gave negative results for the appearance of green, pink, and white. The results of the quantitative analysis also confirmed that the flour, baked, and pastries contained high concentrations of bromate, with an average of 122.4228±3.356, 75.8654±1.853, and 106.3108±1.082 µg/g, respectively. The highest concentrations were found in the flour samples of barley flour 321.212 µg/g and the lowest in semolina 13.75 µg/g. In addition, in baked, the highest was in brioche samples at 193 µg/g and the lowest in homemade bread was 7.531 µg/g. As for pastries, the

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

highest concentrations were found in pasta 156.624 µg/g and lowest in Indomie 39.250 µg/g. The carcinogenic effect of bromate potassium is cumulative, and at this rate, continued consumption of these products can lead to malignant growth over time. Therefore, this study recommends working to prevent or reduce the use of potassium bromate in food products, and to search for alternative sources of this improver.

Keywords: *Bread; Flour; Food products; Improvers; Potassium bromate.*

1. المقدمة

يعد الخبز من أشهر الأطعمة المستهلكة على مستوى العالم (Mahmud *et al*., 2021) وهو نوع غذائي مهم، يتم إنشاؤه عن طريق طهي خليط من الدقيق والماء، وربما مع بعض التوابل أخرى (Lateefat *et al*., 2022)، ومن العناصر الأولية المعروفة التي تضاف إلى الدقيق، هي ملح الطعام، والسكريات، والنكهات، ومحسن الدقيق مثل برومات البوتاسيوم (Vicki, 1997). فعندما تضاف برومات البوتاسيوم إلى الدقيق المطحون حديثًا، فإنها تزيد من العمر الافتراضي لهذا المنتج (Van Staden *et al*., 2004). كما تساعد برومات البوتاسيوم على تقوية العجين، وتعزيز مرونته وزيادة انتفاخه، كما تجعل الخبز خفيفًا وناعماً، وهذه الصفات تجذب المستهلكين. إن التحدي الرئيسي الذي تواجه المخابز وصناعة إنتاج الدقيق هو جودة استخدام الدقيق في الخبز، وهذا معروف بمدى امتصاص العجين المحضر للغاز (Shemishere *et al*., 2020).

بغض النظر عن كل هذه الفوائد، وعلى مر السنوات حددت طبيعة البرومات كمادة غش خطيرة في المواد الغذائية (Paranthaman *et al*., 2021) في الماضي استخدم عدد غير قليل من محسنات الخبز، ولكن أظهرت الأبحاث أن بعضها ضار بالصحة (Shemishere *et al*., 2020). وتعتبر برومات البوتاسيوم سامة عندما تتجاوز مستوى معين، لأن لها إمكانيات عالية لإحداث السرطان عند البشر (Fisher *et al*., 1979; Kurokawa *et al*., 1986; Kurokawa *et al*., 1990; Watson, 2000; Sadeghi *et al*., 2022)، وتسبب أيضاً مشاكل صحية غير سرطانية، مثل مشاكل في الجهاز الهضمي، والفشل الكلوي، وفقدان السمع، ومشاكل الشعب الهوائية، والعين (Emeje *et al*., 2009). كذلك ظهر أنها تسبب السعال وخشونة والتهاب الحلق عند استنشاقها، وارتخاء الأمعاء (Atkins, 1993)، كما تؤدي إلى انهيار الجودة الغذائية للخبز من خلال قدرتها على تحطيم الفيتامينات A2, B1, B2, E and Niacin، وهي الفيتامينات الأساسية في الخبز. كما ذكر أيضًا أنها تسبب الإسهال وآلام البطن والقيء والغثيان (Shemishere *et al*., 2020)، وهي أيضاً جزء من الحالات الطبية الأخرى للنمو غير الخبيث المرتبطة بابتلاع برومات البوتاسيوم (Atkins, 1993). كما صنفت الوكالة الدولية لأبحاث السرطان International Agency for Research on Cancer (IARC) برومات البوتاسيوم على أنها مادة مسرطنة من النوع (B2 محتملة للبشرية). قامت بعض الدول بالحد من استخدامها وحظرها البعض الآخر (Ekop *et al*., 2008; Mahmud *et al*., 2021) وذلك لارتباطها المهم للغاية فيما يتعلق بصحة الإنسان وكذلك من منظور مراقبة جودة الأغذية (Ergetie and Hymete, 2012). في ليبيا فإن برومات البوتاسيوم محظورة الاستخدام والتداول إلا للأغراض البحثية بموجب قرار المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية رقم (1) لسنة 2015م.

تناولت العديد من الدراسات احتواء المواد الغذائية لبرومات البوتاسيوم منها ما قام به Abdulla (2009) بتحليل 15 عينة خبز في العراق، وفي أديس أبابا إثيوبيا حلل Ergetie and Hymete (2012) العينات من خمسة مخابز، كما حلل Alli *et al*. (2013) عدد 20 عينة خبز مختلفة العلامات التجارية المستهلكة في أبوجا، نيجيريا، وأجرى Magomya *et al*. (2013) دراسة لعدد 15 نوعًا مختلفًا من عينات الخبز بحثا عن وجود برومات البوتاسيوم، كذلك قيم Ojo *et al*. (2013)

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

محتويات بروومات البوتاسيوم في عينات أربعة عشر رغيفًا من الخبز وأربع ماركات من دقيق القمح شائعة الاستخدام بين الخبازين، وقدر Shemishere *et al.* (2020) محتوى بروومات البوتاسيوم في الخبز المباع بالأسعار المنخفضة والمرتفعة في Birnin Kebbi نيجيريا. كما حلل Mahmud *et al.* (2021) بروومات البوتاسيوم في عينات الخبز المتوفرة في السوق في وحول مدينة دكا بنغلاديش، وشملت دراسة Lateefat *et al.* (2022) 15 ماركة من الخبز، وجميع هذه الدراسات وجدت تراكيز مرتفعة من البروومات في العينات المختبرة، لذا تهدف هذه الدراسة إلى تقييم محتوى بروومات البوتاسيوم في الدقيق وبعض المنتجات الغذائية ومكوناتها الأكثر استهلاكا في مدينة أوباري جنوب ليبيا.

2. المواد والطرق

1.2. جمع العينات

عينات المخبوزات والمعجنات: جمعت عينات أغلب أنواع المخبوزات والمعجنات المباعة في المخابز والمحلات التجارية بمنطقة القلعة ببلدية أوباري خلال الأشهر 7، 8، 9 لسنة 2022م، كما تضمنت عملية جمع العينات مخبوزات مصنوعة في المنازل داخل المنطقة.

عينات الدقيق وبعض مكونات المخبوزات والمعجنات: جمعت عينات من المكونات المستخدمة في صناعة المخبوزات والمعجنات، وشملت الدقيق بأنواعه المتوفرة (القمح، والشعير، والنشا، والشوفان) والسكر، والملح، والخميرة Yeaster، والخميرة الكيميائية Baking Powder، كما تضمنت عملية الجمع عينات للدقيق المصنوع في المنازل. نقلت جمع العينات في ظروف جافة إلى المعمل تجهيزا لإجراء التجارب العملية.

2.2. المواد المستخدمة

تجهيز العينات: جهزت جميع العينات الصلبة بالطحن بواسطة الهاون للحصول على مساحيق، وتم تعبئتها في قناني زجاجية تجهيزا لإجراء الاختبارات.

تقدير بروومات البوتاسيوم: قدرت بروومات البوتاسيوم في جميع العينات بالاستخدام الطريقة الموصوفة بالمراجع Ergetie and Hymete (2012); Shemishere *et al.* (2020) and Lateefat *et al.* (2022) وهي إحدى الطرق الموصى بها من قبل المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية ضمن القرار رقم (1) لسنة 2015م. تضمنت الطريقة أخذ وزنة معينة من العينات، واستخلاصها باستخدام الماء المقطر، ثم إضافة دليل يويد البوتاسيوم إلى المستخلصات، وقياس الامتصاص باستخدام جهاز Spectrophotometer عند الطول الموجي 620 نانومتر، ثم استخراج تراكيز العينات المجهولة من المنحنى القياسي لبروومات البوتاسيوم.

التحليل الإحصائي: أجري التحليل الإحصائي لجميع النتائج المتحصل عليها باستخدام تصميم القطاعات العشوائية كاملة التعشية عند مستوى معاينة 0.05 باستخدام برنامج SPSS V.16.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

3. النتائج والمناقشة

1.3. التقييم النوعي

أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (1) أن معاملة عينات المنتجات الغذائية المختلفة (الدقيق والمعجنات والمخبوزات ومكوناتها الأساسية) بدليل يويد البوتاسيوم ظهور اللون الأزرق الغامق في عدد 27 عينة من أصل 40 عينة تضمنتها هذه الدراسة، كذلك أدى إلى ظهر اللون البنفسجي والبنفسجي الغامق في عدد 7 عينات إضافية، أي بلغ عدد العينات التي أظهرت نتائج إيجابية لوجود برومات البوتاسيوم 34 عينة أي بمقدار 85% من العينات المدروسة. فيما أعطت العينات 6 الأخرى (وهي المواد المضافة المتمثلة في أنواع من السكر والملح والخمائر) نتائج سلبية نتيجة لظهور اللون الأخضر والوردي والأبيض.

جدول 1. التحليل النوعي لبرومات البوتاسيوم في بعض المنتجات الغذائية بمنطقة أوباري

النـــوع	العيـــنة	اللـــــون	النـــوع	العـــينة	اللـــون
الدقيق	1	بنفسجي غامق	المخبوزات	خبز التوست	أزرق غامق
	2	أزرق غامق		الخبز المصري	بنفسجي
	3	أزرق غامق		خبز الشعير	بنفسجي غامق
	4	أزرق غامق		مخبز1	أزرق غامق
	5	أزرق غامق		مخبز2	أزرق غامق
	الشوفان	أزرق غامق		خبز المحل	أزرق غامق
	السميد	بنفسجي غامق		الخبز المنزلي	بنفسجي غامق
	شعير طبيعي 1	أزرق غامق		خبز التنور	بنفسجي غامق
	شعير طبيعي 2	أزرق غامق		خبز الماء	بنفسجي غامق
	شعير (جاهز)	أزرق غامق		البريوش المباع منفردا	أزرق غامق
	النشا	أزرق غامق		البريوش المباع بدون بيانات	أزرق غامق
المعجنات	معكرونة خرز 1	أزرق غامق	المكونات	سكر 1	أخضر
	معكرونة خرز 2	أزرق غامق		سكر 2	أخضر
	معكرونة خرز 3	أزرق غامق		سكر 3	أخضر
	معكرونة المعكوفة	أزرق غامق		الملح	أصفر مخضر
	معكرونة شعيرية	أزرق غامق		الخميرة الكيميائية	وردي
	معكرونة سبيقا 1	أزرق غامق		الخميرة	أبيض
	معكرونة سبيقا 2	أزرق غامق		/////	/////
	معكرونة سبيقا 3	أزرق غامق		/////	/////
	شربة	أزرق غامق		/////	/////
	اندومي 1	أزرق غامق		/////	/////
	اندومي 2	أزرق غامق		/////	/////
	اندومي العلبة	أزرق غامق		/////	/////

إن عدم تغير لون العينات أو عدم ظهور تدرج لون من الأصفر إلى البنفسجي يدل على عدم وجود برومات البوتاسيوم في المنتج المختبر، كما ذكر Emeje *et al*. (2009); Okunye *et al*. (2021); Ogah *et al*. (2021); Shabanda

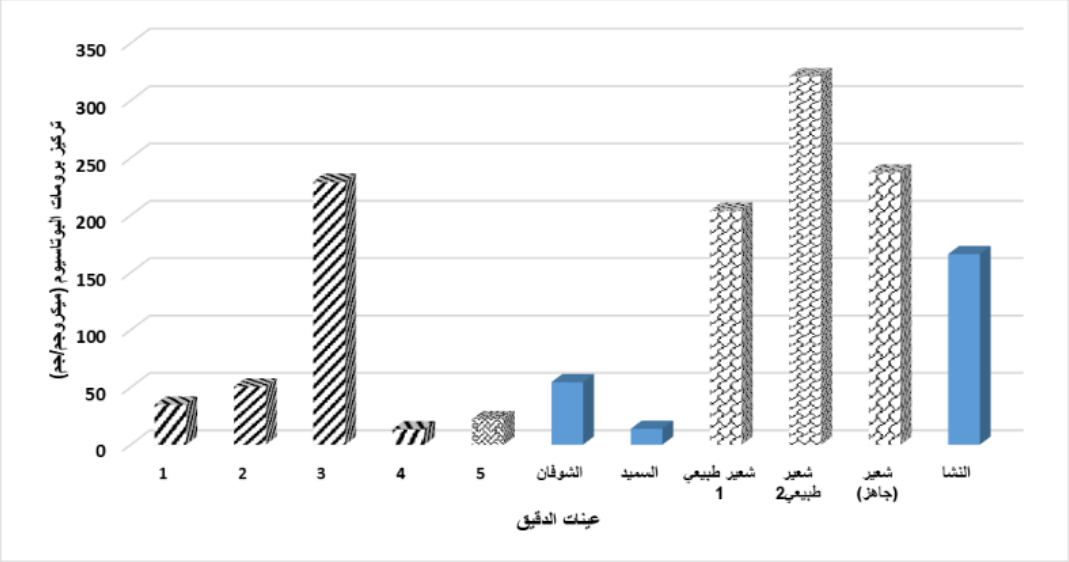
ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

and Saifullahi (2022)، كما أن زيادة حدة اللون إلى البنفسجي الغامق يدل أيضا على احتواء عينات المنتجات الغذائية المختبرة على تراكيز عالية من البرومات كما ذكر Abdulla (2009); Ergetie and Hymete (2012); Alli *et al.* (2013); Magomya *et al.* (2013); Ojo *et al.* (2013); Shemishere *et al.* (2020); Mahmud *et al.* (2021); Lateefat *et al.* (2022); Sadeghi et al. (2022).

2.3. التقييم الكمي

1.2.3. محتوي الدقيق من برومات البوتاسيوم:

تبين من خلال النتائج الموضحة الشكل (1) وجود برومات البوتاسيوم وبتراكيز مرتفعة في جميع عينات الدقيق بمنطقة أوباري، وبمتوسط تراكيز بلغ 22.4228 ±3.356 ميكروجم/جم، حيث وجدت أعلى التراكيز في عينة الشعير الطبيعي 2 بتركيز 321.212 ميكروجم/جم، ثم عينة الشعير الجاهز 237.224 ميكروجم/جم وعينة الدقيق رقم 3 بتركيز 229.248 ميكروجم/جم، ومن ثم عينة الشعير الطبيعي 204 ميكروجم/جم، فيما ظهرت أقل التراكيز في عينة الدقيق 4 والسميد بمقدار 13.375 و13.75 ميكروجم/جم على التوالي. ومما قد يشير إلى أن برومات البوتاسيوم موجودة فعليا في الدقيق الخام قبل صنع المنتجات الغذائية.

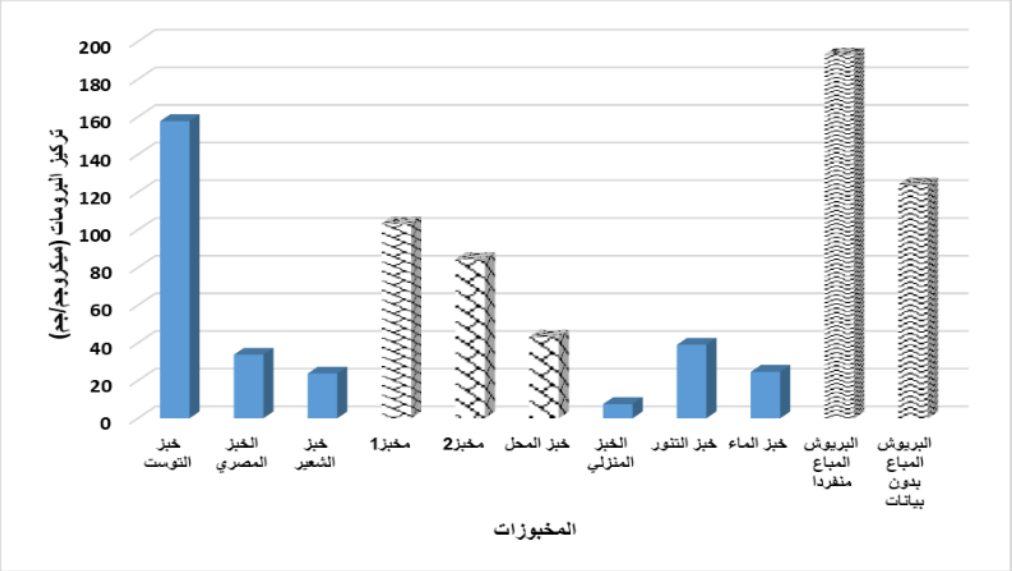


شكل 1. تركيز برومات البوتاسيوم (ميكروجم/جم) في عينات الدقيق

2.2.3. محتوى المخبوزات من برومات البوتاسيوم:

أشارت النتائج إلى تراوح تراكيز برومات البوتاسيوم في المخبوزات بين 7.531 ميكروجم/جم في الخبز المنزلي إلى 193 ميكروجم/جم في البريوش المعبأ منفرداً، وبمتوسط تراكيز 75.8654 ± 1.853 ميكروجم/جم كما في الشكل (2). إضافة إلى ذلك وجدت تراكيز مرتفعة في كل من خبز التوست والبريوش المباع بدون بيانات والمخبز1 ومخبز2 بمقدار 157.748 و124.124 و103.372 و84.372 ميكروجم/جم على التوالي. مما يشير إلى أن العينات المنزلية تحتوي على تراكيز أقل من المنتجات المصنعة في المخابز والمصانع.

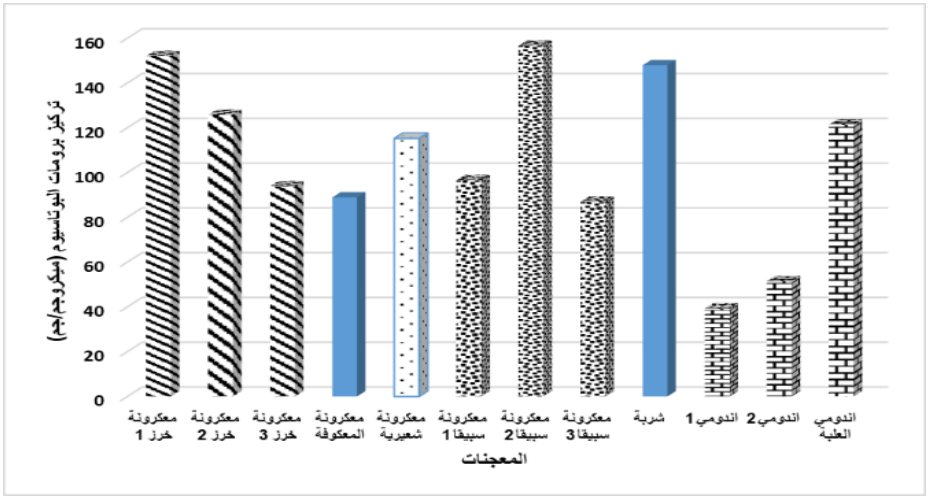
ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



شكل 2. تركيز برومات البوتاسيوم (ميكروجم/جم) في عينات المخبوزات

3.2.3. محتوى المعجنات من برومات البوتاسيوم:

أظهرت النتائج المتحصل عليها وجود تركيز عالية من برومات البوتاسيوم في المعجنات تراوحت بين 156.624 ميكروجم/جم في المكرونة سبيقا2، و152.000 ميكروجم/جم في معكرونة خرز1، وفي الشربة بلغت التراكيز 147.872 ميكروجم/جم، وأيضا 125.748 و115.248 ميكروجم/جم في المعكرونة خرز 2 ومعكرونة شعيرية على التوالي، وبمتوسط تركيز 106.3108±1.082 ميكروجم/جم كما الشكل (3)، كما ظهرت أقل التركيز في المعجنات في اندومي1 واندومي2 والمكرونة خرز3 وسبيقا1 بمقدار 39.250 و51.500 و93.872 و96.500 ميكروجم/جم على التوالي.



شكل 3. تركيز برومات البوتاسيوم (ميكروجم/جم) في عينات المعجنات

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

4.2.3. محتوي بعض مكونات من المخبوزات والمعجنات من برومات البوتاسيوم:

بينت النتائج عدم برومات البوتاسيوم في جميع عينات السكر والملح والخميرة المدروسة، مما يدل على أن المصدر الرئيسي لوجود برومات البوتاسيوم في المنتجات الغذائية المختبرة هو الدقيق، وقد يتم إضافة المزيد منها أثناء إعداد وخليط المكونات. وهذا الأمر أكدته نتائج التحليل الإحصائي في عدم وجود فروق معنوية واضحة (pr.= 0.353) بين جميع المنتجات المختبرة، وكذلك عدم وجود فروق معنوية بين جميع أنواع عينات الدقيق والمخبوزات (pr.= 0.159)، والدقيق والمعجنات (pr.= 0.613)، وأخيراً المخبوزات والمعجنات (pr.= 0.342). تتوافق نتائج هذه الدراسة مع نتائج Nakamura *et al.* (2006) في احتواء الخبز على متبقيات من برومات البوتاسيوم وإمكانية التقليل منها عبر استخدام بعض الطرق، ومع نتائج Abdulla (2009) في احتواء الخبز في العراق على تراكيز عالية تراوحت من 11.09-67.45 جزء في المليون، كذلك مع نتائج Ergetie and Hymete (2012) في اثيوبيا حيث تراوحت التراكيز من 5.615-9.974 مجم/كجم. في نيجيريا أيضا تراوحت التراكيز التي وجدها Magomya *et al.* (2013) من 2.46-13.60 ميكروجم/جم، وبينت نتائج Ojo *et al.* (2013) أن جميع أرغفة الخبز ودقيق القمح التي تم تحليلها تحتوي على برومات البوتاسيوم وبكميات عالية تراوحت بين 0.5-8.4 ميكروجم/جم للخبز و0.83-1.42 ميكروجم/جم في عينات دقيق القمح، وهي أقل بكثير مما ظهر في هذه الدراسة.

كما توافقت النتائج مع ما وجده Shemishere *et al.* (2020) في نيجيريا حيث تراوحت كمية برومات البوتاسيوم في الخبز منخفض السعر من 4.829-11.769 ميكروجم/جم و4.93-07.8 ميكروجم/جم للخبز ذي السعر المرتفع. تتوافق أيضا مع نتائج Mahmud *et al.* (2021) في بنغلادش، ولكن بدرجة أقل حيث ظهرت البرومات في 67% من العينات من أصل 25 عينة. تتوافق النتائج أيضا مع Lateefat *et al.* (2022) في الخبز المباع بشكل عشوائي في نيجيريا حيث وجدت البرومات في أغلب العينات المختبرة وتراوحت التراكيز 0.62515-42713.0 ميكروجم/جم، ولكن في هذه الدراسة كانت تراكيز البرومات أعلى بكثير مما في جميع الدراسات السابقة.

من مجمل النتائج السابقة تبين أن التراكيز التي احتوها العينات قيد الدراسة مرتفعة بشكل كبير، وحتى عند مقارنتها بالمعايير الدولية فإنها تعتبر غير مسموح بوجودها، ويتوقع أن استمرار استهلاك هذه المنتجات قد يؤدي إلى تأثيرات سلبية على الصحة العامة للإنسان حيث ذكر Lateefat *et al.* (2022) أن التأثير المسبّب للسرطان لبرومات البوتاسيوم تراكمي، وبهذا المعدل يمكن أن يؤدي الاستمرار في استهلاك الدقيق ومنتجاته المدعومة ببرومات البوتاسيوم إلى نمو خبيث بمرور الوقت.

4. الاستنتاجات

تبين من خلال نتائج التحليل النوعي وجود برومات البوتاسيوم في جميع العينات وخصوصاً في عينات المعجنات، حيث طغت عليها الألوان الزرقاء الغامة كلياً، ثم عينات الدقيق ماعدا العينة 1 وعينة السميد حيث ظهر اللون البنفسجي الغامق، ثم عينات المخبوزات حيث أظهرت عينة الخبز المنزلي وخبز التنور والماء وخبز الشعير اللون البنفسجي الغامق وأما عينة الخبز المصري فقد أظهرت اللون البنفسجي فقط. بالنسبة لمكونات المخبوزات فقد أعطت نتائج سلبية نتيجة لظهور الألوان الأخضر والأصفر المخضر والوردي والأبيض.

كما أكدت نتائج التحليل الكمي النتائج النوعية، حيث أكدت على احتواء المنتجات الغذائية المختبرة على تركيز عالية من برومات البوتاسيوم، ففي الدقيق تراوحت التراكيز من 13.375-321.212 ميكروجم/جم وبمتوسط تراكيز

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

3.356±122.4228 ميكروجم/جم، وفي المخبوزات وجدت أعلى التراكيز في البريوش المباع منفردا وخبز التوست والبريوش المباع بدون بيانات ومخبز 1 و2 بمقدار 157.748 و124.124 و103.372 و84.372 ميكروجم/جم على التوالي، وأقلها وجدت في الخبز المنزلي والخبز المصري وخبز الشعير وخبز الماء وخبز التنور بمقدار 7.531 و23.750 و24.687 و33.750 و39.062 ميكروجم/جم على التوالي. وبالنسبة لعينات المعجنات فتشير النتائج إلى احتواء المعكرونة على التراكيز عالية تراوحت من 86.872–156.624 ميكروجم/جم، ثم الشربة 147.872 ميكروجم/جم، والإندومي 39.250–121.372 ميكروجم/جم، وبمتوسط تراكيز 1.082±106.3108 ميكروجم/جم. كم لم تحتوي بعض مكونات المواد الغذائية من السكر والملح والخميرة الكيميائية والخميرة على أي تركيز لبرومات البوتاسيوم، مما يدل أيضا على أن المصدر الرئيسي لوجود برومات البوتاسيوم في المنتجات الغذائية المختبرة هو الدقيق. لذا توصي هذه الدراسة بالعمل على منع أو التقليل وإجراء الفحوصات الدورية على استخدام برومات البوتاسيوم في المنتجات الغذائية، وكذلك البحث عن مصادر بديلة لهذا المحسن.

المراجع

Abdulla, N. S. (2009). Spectrophotometeric determination of bromate in bread by the oxidation of dyes. *Kirkuk University Journal-Scientific Studies*, *4*(1), 31-39.

Alli, L. A., Nwegbu, M. M., Inyang, B. I., Nwachukwu, K. C., Ogedengbe, J. O., Onaadepo, O., ... & Onifade, E. A. (2013). Determination of potassium bromate content in selected bread samples in Gwagwalada, Abuja-Nigeria. *International Journal of Health and Nutrition*, *4*(1), 15-20.

Atkins, D. (1993). Potassium Bromate in Bread. Index to MAFF-UK Food Surveillance Information Sheet. *African Journal of Food Science*, *4*(6), 394-397.

Ekop, A. S., Obot, I. B., & Ikpatt, E. N. (2008). Anti-nutritional factors and potassium bromate content in bread and flour samples in Uyo Metropolis, Nigeria. *E-Journal of chemistry*, *5*(4), 736-741.

Emeje, M. O., Ofoefule, S. I., Nnaji, A. C., Ofoefule, A. U., & Brown, S. A. (2009). Assessment of bread safety in Nigeria: Quantitative determination of potassium bromate and lead.

Ergetie, Z., & Hymete, A. (2012). Determination of potassium bromate in bread samples from five bakeries in Addis Ababa, Ethiopia. *International Journal of Pharmacy and Industrial Research*, *2*(4), 397-399.

Fisher, N., Hutchinson, J. B., Berry, R., Hardy, J., Ginocchio, A. V., & Waite, V. (1979). Long-term toxicity and carcinogenicity studies of the bread improver potassium bromate 1. Studies in rats. *Food and Cosmetics Toxicology*, *17*(1), 33-39.

Kurokawa, Y., Takayama, S., Konishi, Y., Hiasa, Y., Asahina, S., Takahashi, M., & Hayashi, Y. (1986). Long-term in vivo carcinogenicity tests of potassium bromate, sodium hypochlorite, and sodium chlorite conducted in Japan. *Environmental health perspectives*, *69*, 221-235.

Kurokawa, Y., Maekawa, A., Takahashi, M., & Hayashi, Y. (1990). Toxicity and carcinogenicity of potassium bromate--a new renal carcinogen. *Environmental health perspectives*, *87*, 309-335.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

Lateefat, H. M., Akenuwa, F., Adiama, Y. B., & Raimi, M. O. (2022). Food for the Stomach Nourishing our Future: Assessment of Potassium Bromate in Local and Packaged Bread Sold in Ilorin Metropolis. *Public Health Open Access*, *6*(1).

Magomya, A. M., Yebpella, G. G., Udiba, U. U., Amos, H. S., & Latayo, M. S. (2013). Potassium bromate and heavy metal content of selected bread samples produced in Zaria, Nigeria. *International Journal of Science and Technology*, *2*(2), 232-237.

Mahmud, S. S., Moni, M., Imran, A. B., & Foyez, T. (2021). Analysis of the suspected cancer- causing potassium bromate additive in bread samples available on the market in and around Dhaka City in Bangladesh. *Food science & nutrition*, *9*(7), 3752-3757.

Nakamura, M. I. K. A. K. O., Murakami, T., Himata, K., Hosoya, S., & Yamada, Y. (2006). Effects of reducing agents and baking conditions on potassium bromate residues in bread. *Cereal foods world*, *51*(2), 69.

Ogah, E., Dodo, J. D., Awode, A. U., Egah, G. O., Ezeme, E. C., & Ebereonwu, P. U. (2021). determination of potassium bromate concentration in some bread samples in jos metropolis. *FUW Trends in Science & Technology Journal*, 6(2), 639–642.

Ojo, R. J., Kajang, D. D., Adebayo, G. G. I., & Akintayo, C. O. (2013). Analysis of potassium bromate and hydrocyanic acid contents of commonly consumed loaves of bread and wheat flour samples In Karu, Nasarawa State, Nigeria. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology And Food Technology*, *6*(1), 1-5.

Okunye, O. L., Adegboyega, I. P., Meshach, O. B., Ovuakporaye, A. M., & Williams, I. (2021). Bacteriological examination and potassium bromate analysis of bread samples from selected retail outlets in two locations south west Nigeria. *The Nigerian Journal of Pharmacy*, 55(2), 71-76.

Paranthaman, R., Moses, J. A., & Anandharamakrishnan, C. (2021). A powder X-ray diffraction method for qualitative detection of potassium bromate in bakery ingredients and products. *Food Analytical Methods*, *14*(5), 1054-1063.

Sadeghi, M., Tehrani, M. S., & Faraji, H. (2022). Vortex-assisted liquid-liquid microextraction for the trace determination of potassium bromate in flour food products. *Food Chemistry*, *378*, 132109.

Shabanda, I. S., & Saifullahi, I. (2022). Human exposure to potassium bromate from bread consumption in Aliero, Kebbi state Nigeria. *Journal of Innovative Research in Life Sciences*, 0-0.

Shemishere, U. B., Turaki, A. A., Anyebe, D. A., Bashir, Y. A., Ogundipe, E., & Tajudeen, Y. O. (2020). Estimation of The Potassium Bromate Content in Low and High Price Bread Sold In Birnin Kebbi. *FUW Trends Sci Technol J*, *5*(2), 417-20.

Van Staden, J. F., Mulaudzi, L. V., & Stefan, R. I. (2004). Spectrophotometric determination of bromate by sequential injection analysis. *Talanta*, 64(5), 1196-1202.

Vicki, S. (1997). *Bromate analysis: Food Science and Technology bulletin*, pp: 240.

Watson, Y. (2000). *Material safety data sheet potassium bromate*, Mallinckrodt baker Inc. New Jersey.