الكشف عن بعض المعادن الثقيلة في عصائر البرتقال بالأسواق المحلية بمدينة بني وليد-ليبيا.

عبد السلام عبد الوافي امحيسن [1]، غيث محمد علي [1]، محمد عمر عبدالله سالم [2*]، جهينة عبد الرازق عبدالرحيم [1]، سناء جمعة سعيد محمد[1].
1قسم الكيمياء، كلية التربية، جامعة بني وليد، بني وليد، ليبيا
2قسم الأحياء، كلية التربية، جامعة بني وليد، بني وليد، ليبيا
MohamedSalem@bwu.edu.ly

Publishing date: 9/1/2025

الملخص:
اجريت هذه الدراسة لغرض تقدير تراكيز أربع معادن ثقيلة (Fe,Pd,Cd,Cu) في نوعين من عصير البرتقال المعلب المتوفرة في أسواق مدينة بني وليد ولهذا الغرض تم جمع ستة عينات من كل نوع وتم تم إجراء عملية الهضم الرطب لها بواسطة حمض الهيدروكلوريك بالإضافة لمحلول فوق أكسيد الهيدروجين. تم قياس تراكيز المعادن باستخدام مطياف الامتصاص الذري اللهبي (FAAS). أظهرت النتائج ان نسبة الحديد في جميع العينات كانت تتراوح ما بين (2.8 و4.4 مليجرام لكل اللتر)، والتي كانت اعلى من الحد المسموح به في المعايير الصينية (SAC)، كما انها فاقت الحد المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO). بينما كانت مستويات النحاس في النطاق الموصي به من قبل المعايير الدولية (WHO, SAC) في جميع العينات. لم يسجل اي تركيز لمعدني الرصاص والكادميوم في كل العينات لوقوعها تحت قدرة الجهاز التحسسية.

الكلمات المفتاحية: *عصير البرتقال، الحديد(Fe)، الرصاص (Pb)، الكادميوم (Cd)، النحاس (Cu)، مطياف الامتصاص الذري اللهبي.*

الاختصارات:
WHO، *منظمة الصحة العالمية؛* **SAC** ، *إدارة التقييس الصينية؛* **US-EPA** ، *وكالة حماية البيئة الأمريكية؛* **ND** ، *غير قابل للكشف.*

1.المقدمة

يعد التلوث البيئي المصدر الرئيسي لوصول المعادن الثقيلة لسلسة الغذاء فتواجدها بشكل زائد فوق الحد المسموح به يعتبر ضار بصحة الانسان ، لقد جذبت تأثيراتها حتى بتركيزات منخفضة للغاية اهتمامًا خاصًا في جميع أنحاء العالم [1]. تم توثيق العديد من حالات الأمراض وسوء أداء الأعضاء والتشوهات المرتبطة بالتسمم المعدني لدى البشر [2] ,[3] أيضا للحيوانات والنباتات [4] إن الطبيعة السامة للمعادن الثقيلة تجعل تواجدها في الغذاء امرا مثيرًا للاهتمام. في حين أن الرصاص والكادميوم والنيكل والزئبق سامة اذا تعدت الحدود المسموح بها ، فإن الحديد والزنك والنحاس والكروم والكوبالت والمنجنيز ضرورية شرط عدم تجاوزها للحدود المسموحة [5].
إن التعرض المزمن لهذه المعادن يمكن أن يؤدي إلى عواقب صحية خطيرة مثل أمراض الكلى، وتسمم الجهاز العصبي المركزي والمحيطي، وضعف تخليق البروتين، والاضرابات الأيضية، والسرطان، والتهيج، والتخلف العقلي عند الأطفال، وانخفاض حاد في عدد الحيوانات المنوية، وضعف الأداء، والإعاقة العامة، والاضطرابات العصبية، والوفاة في النهاية. وبشكل عام، يؤدي تراكم المعادن الثقيلة في أجسام الكائنات الحية إلى اضطراب وظائفها [6], [7].
في هذه الدراسة، تم اختيار شركتين من أكثر الشركات شيوعًا لاختبار عينات عصائر البرتقال المعلبة وقياس تركيزات بعض المعادن الثقيلة بما في ذلك: الكادميوم والنحاس والرصاص والحديد، من أجل مقارنة النتائج بالقيم المقبولة التي اقترحتها منظمة الصحة العالمية(WHO) ، ووكالة حماية البيئة الأمريكية (US-EP) وإدارة التقييس الصينية (SAC).

2.المواد وطرق العمل

جمع العينات

تم جمع العينات من المحلات التجارية في مدينة بني وليد، حيث تم اختيار نوعين من عصير البرتقال الصالح للاستهلاك من ماركة سن توب والأخرى كانت من ماركة المزرعة وتم احضارها إلى معمل الكيمياء بكلية التربية جامعة بني وليد، قبيل عملية تجهيزها.

تحضير العينات

تم هضم عينات العصير وتجهيزها لتصبح جاهزة للقراءة بجهاز الامتصاص الذري اللهبي Flame Atomic Absorption spectrophotometerوتم ذلك باتباع طريقة [8] حيث أخذ 2 مل من العينة في دورق معد للهضم ثم إضافة 5 مل من حامض الهيدروكلوريك (HCl)ولكي يتجانس المخلوط يحرك الدورق بشكل دوراني لعدة دقائق ، ثم يوضع على الصفيحة الحرارية حتى تبخر كل الحمض المضاف و يصبح المحلول رائق ,ثم تضاف كمية من بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) ومن تم يبرد حتى درجة حرارة الغرفة ,تكرر هذه الخطوة عدة مرات ثم يكمل الحجم الى 25 مل بالماء المقطر ويحفظ في قناني زجاجية معتمة حتى قياسها بجهاز الامتصاص الذري اللهبي.

التحليل الإحصائي:

تم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام الحاسب الآلي والحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS الإصدار 21.0). وتم عرض النتائج على هيئة متوسطات ± الانحراف المعياري(means + SD).

3.النتائج

يوضح الجدول (1) متوسط مستويات العناصر المعدنية الثقيلة في صنفين من عصير البرتقال صناعية المصدر عصير برتقال سن توب (C) وعصير برتقال المزرعة (D)، ويتضح إن التركيز الأعلى للحديد في عصير السن توب (C). كما اظهر ان اعلى مستوى لتركيز عنصر النحاس كان في عصير المزرعة (D). كما بين ان تركيز عنصر الكادميوم والرصاص ضئيل جدا في جميع العينات حيث كان تحت الحد الممكن لقياس الجهاز.

جدول 1: يوضح تراكيز المعادن الثقيلة في العينات (مليجرام /لتر).

العينة	Fe	Cu	Pb	Cd
C	4.4 ± 0.02^a	1.2 ± 0.12^b	*ND*	*ND*
D	2.8 ± 0.0^b	1.7 ± 0.01^a	*ND*	*ND*

الجدول رقم (2) يوضح نسبه العناصر التي تم تحديد تراكيزها في عصير البرتقال حيث يظهر الحد الأمن لتراكيزها بالنسبة لمنظمة الصحة العالمية والتي لا تتعدى (1 مليجرام /لتر) بالنسبة لعنصر الحديد، في حين لم تحدد وكالة حماية البيئة الامريكية أي قيم للحديد، كما سجلت إدارة التقييس الصينية (SAC) (2 مليجرام /لتر) ويلاحظ من الجدول ان نسبة تركيز الرصاص بلغت (1.5 مليجرام /لتر) في المعيار الأمريكي وهي تعتبر عالية

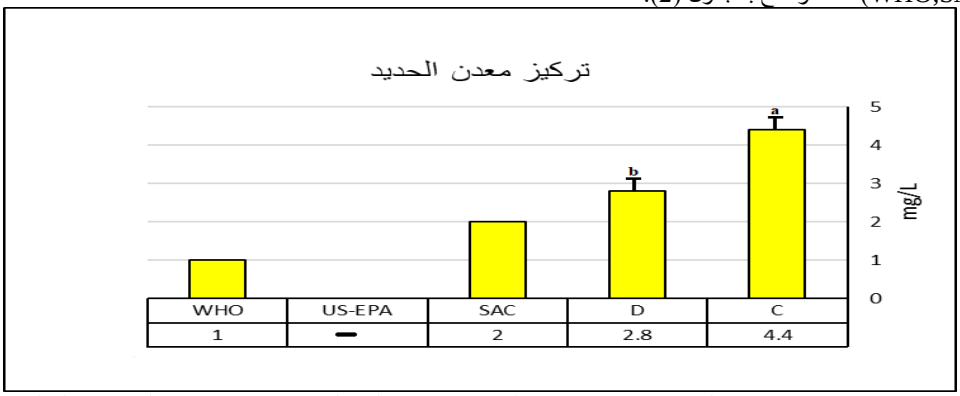
نسبيا مقارنة بالمعيار الصيني ومنظمة الصحة العالمية، كما اظهر ان نسب عنصر الكادميوم كانت متقاربة جدا في المقاييس الثلاثة. بينما كانت تراكيز عنصر النحاس متفاوت في المعايير الثلاثة اذ تراوح ما بين 1.3 الى 3 مليجرام لكل لتر.

جدول 2: يوضح التراكيز القياسية لبعض المنظمات الدولية.

العنصر	WHO Limits (مليجرام/لتر)	US-EPA Limits (مليجرام/لتر)	SAC Limits (مليجرام/لتر)
Fe	1	-	2
Cu	2	1.3	3
Pb	0.01	1.5	0.05
Cd	0.003	0.005	0.03

عنصر الحديد:

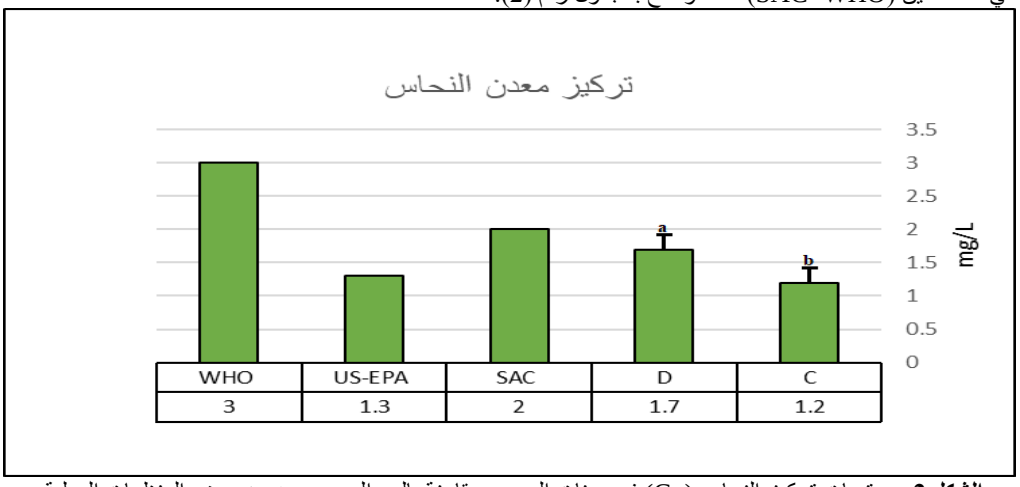
أظهرت نتائج تركيز معدن الحديد في العينات والذي تتراوح نسبته ما بين (2.8 - 4.4 مليجرام/لتر) الشكل (1) والتي كانت أعلي من الحد المسموح به بالنسبة (WHO,SAC) كما موضح بالجدول (2).



الشكل 1: مستويات تراكيز الحديد (Fe) في عينات العصير مقارنة بالحد المسموح به من بعض المنظمات الدولية.

عنصر النحاس:

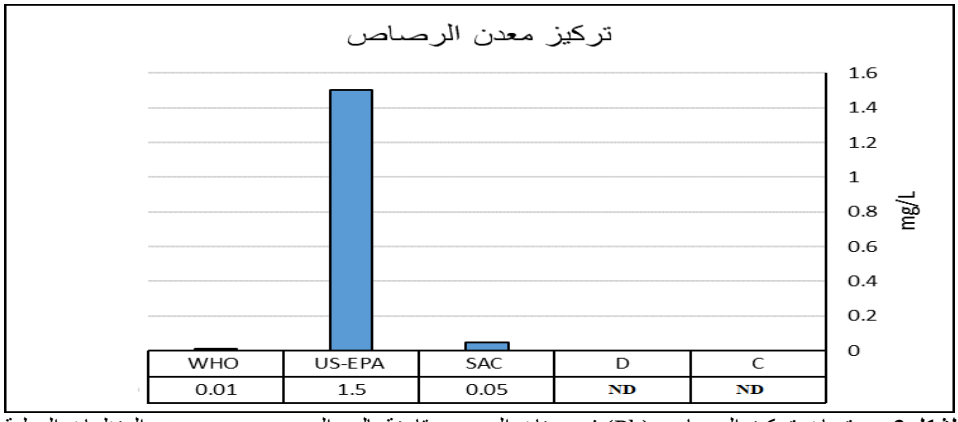
أتضح من خلال النتائج الموضحة في الشكل رقم (2) لعنصر النحاس في العينة (C) والتي كانت ضمن الحد المسموح به في المنظمات (WHO، US-EPA، SAC)، ولوحظ في نتيجة العينة (D)أنه كانت أعلي من الحد المسموح به مقارنة بالمنظمة (US-EPA=1.3 mg /l) وضمن الحد المسموح به في المنظمتين (WHO، SAC) كما موضح بالجدول رقم (2).



الشكل 2: مستويات تركيز النحاس (Cu) في عينات العصير مقارنة بالحد المسموح به من بعض المنظمات الدولية.

عنصر الرصاص:

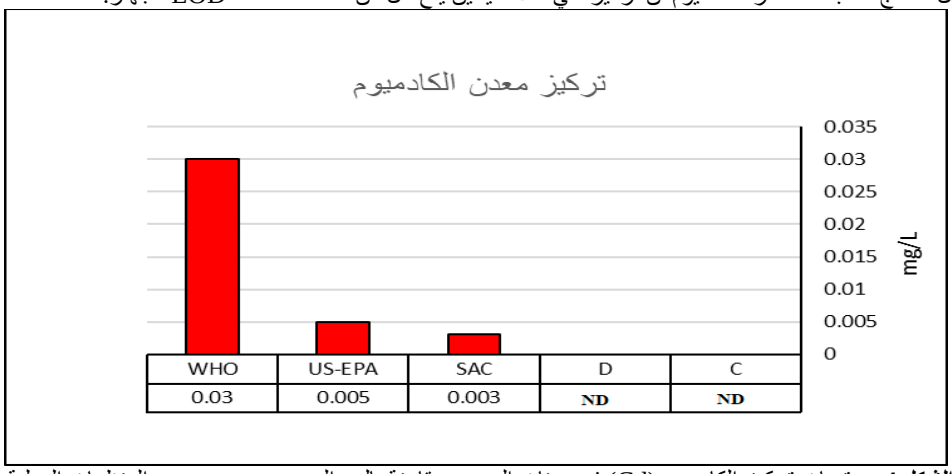
أتضح من خلال الشكل التالي (3) أن تركيزه في كلا العينتين يقع أقل من حد الكشف LOD بالنسبة للجهاز، مقارنة بالحد المسموح به حسب (WHO = 0.01mg / l)، و(US-EPA =1.5 (mg /l) و SAC =0.05mg /l))



الشكل 3: مستويات تركيز الرصاص (Pb) في عينات العصير مقارنة بالحد المسموح به من بعض المنظمات الدولية.

عنصر الكادميوم:

يتضح من خلال النتائج السابقة لعنصر الكادميوم أن تركيزه في كلا العينتين يقع اقل من حد حد الكشف LOD للجهاز.



الشكل 4:مستويات تركيز الكادميوم (Cd) في عينات العصير مقارنة بالحد المسموح به من بعض المنظمات الدولية.

المناقشة:

تعتبر الفواكه وعصائرها من الأطعمة ذات القيمة الغذائية العالية للإنسان وذلك لاحتوائها على الفيتامينات والمعادن. إن تناول عصائر الفواكه المعالجة صناعياً يعتبر من أكثر الأطعمة ضرراً ومسؤولية عن العديد من الأمراض التي تهدد حياة الإنسان. تستخدم المعادن الثقيلة كمواد تلامس الطعام، وخاصة في معدات المعالجة والعلب والأواني المنزلية أيضاً في الرقائق المستخدمة في تغليف المواد الغذائية. تلعب المعادن الثقيلة دوراً كحاجز أمان بين الطعام والسطح الخارجي. وغالباً ما تكون مغطاة بطبقة سطحية، مما يقلل من انتقالها الى المواد الغذائية [9]. وعندما لا يتم تغطيتها فإن هذه المواد التي تلامس الطعام قد تؤدي إلى انتقال أيونات المعادن إلى المواد الغذائية وبالتالي قد تعرض صحة الإنسان للخطر إذا تجاوز المحتوى الإجمالي للمعادن حدود التعرض الموصي بها صحياً، إن وجدت، أو قد تؤدي إلى تغيير غير مقبول في تركيبة المواد الغذائية أو تدهور خصائصها الحسية [10], [11].

إن الحديد عنصر أساسي في التغذية البشرية. والحد الموصى به حالياً للحديد في العصائر هو 1 ملغ/لتر. ويستند هذا الحد إلى الطعم والمظهر وليس إلى أي تأثير ضار على الصحة [12]. وقد أظهرت عصائر البرتقال محتوى مرتفعاً من الحديد. وقد وجد أن أعلى محتوى من الحديد (4.4 ملغ/لتر) في عصير البرتقال وفي نفس الوقت أظهر هذا العصير مستويات عالية من النحاس (1.2 ملغ/لتر). أظهرت نتائج الدراسة ان عصير البرتقال محتوي على حديد يبلغ 2.8 ملغم/لتر مع محتوى نحاس يبلغ 1.7 ملغم/لتر (الجدول +68+1) و(الشكل 2) إذا لم تكن المستويات المرتفعة من الحديد ضارة بالضرورة بصحة المستهلكين، فقد تحفز عملية الأكسدة مما يقلل من العمر الافتراضي لعصائر الفاكهة.

النحاس هو عنصر غذائي أساسي، ومن أكثر الآثار الصحية الضارة التي يتم الإبلاغ عنها شيوعًا مشاكل الجهاز الهضمي: الغثيان والقيء وآلام البطن. يتم تحمل مستوى النحاس في مياه الشرب حتى يصل إلى تركيز أقصى يبلغ 2 ملغ/لتر [12]. تم الكشف عن النحاس في كل العصائر التي تم دراستها. أظهرت عينة واحدة فقط قيمة نحاس أعلى قليلاً من المستوى المقبول وفقا لوكالة حماية البيئة الأمريكية (US-EPA) (1.7 ملغ/لتر) كما أظهرت هذه العينة أيضًا محتوى عاليًا من الحديد. بالنظر إلى كميات النحاس الموجودة في عصائر البرتقال التي تم فحصها، فإن استهلاك عصير البرتقال لا يشكل خطرًا محددًا على صحة المستهلكين، حتى الآن.

وعلى العكس من ذلك، لم يتم لم يتم تحسس تركيز كلا من الرصاص (Pb) والكادميوم (Cd) في جميع عينات عصير البرتقال التي تم دراستها (الشكل 3و4) هذه النتائج تتفق مع دراسة [13] الذين أفادوا بغياب الرصاص والكادميوم في عصائر البرتقال التي تم أخذ عينات منها. ومع ذلك، فإن هذه النتائج لاتتفق مع نتائج دراسات سابقة للباحثين [14] ,[15] الذين اظهروا وجود الرصاص والكادميوم في عصير البرتقال. وبشكل عام، لا ينبغي العثور على معادن مثل الرصاص والكادميوم في الفاكهة وعصائرها لأن الرصاص سام لخلايا الدم الحمراء والكلى والجهاز العصبي والجهاز التناسلي [16] كما حدد Bernard [17] الكادميوم كواحد من أكثر العناصر السامة التي يمكن أن يتعرض لها البشر.

الاستنتاجات والتوصيات:

تقدم هذه الدراسة بيانات عن مستويات بعض المعادن الثقيلة في عصائر البرتقال التجارية الموجودة في السوق الليبية في مدينة بني وليد. وبما أن كميات العناصر الثقيلة في جميع العينات كانت ضمن الحدود المسموح بها وفق ما توصلت اليه نتائج هذه الدراسة، فإننا نستنتج أنه لا يوجد تلوث بالعناصر الثقيلة قيد الدراسة في عينات العصير. ونظراً لخطورة هذه العناصر وتأثيراتها القصيرة والطويلة المدى على صحة الإنسان، فإن هذه

الدراسة توصي بإجراء مسح وطني شامل لرصد تركيز العناصر الثقيلة السامة الأخرى في العصائر وكذلك في الأطعمة الأخرى، وخاصة تلك المعروفة باستهلاكها بكميات كبيرة من قبل الأفراد. بالإضافة إلى ذلك، يجب تفعيل دور التنظيمي لهيئة الرقابة على الأغذية والادوية، ويجب دعمها بالخبرات اللازمة والتقنيات الحديثة.

المراجع:

[1] *Z. Krejpcio, S. Sionkowski, and J. Bartela, "Safety of fresh fruits and juices available on the Polish market as determined by heavy metal residues,"* Polish J. Environ. Stud., *vol. 14, no. 6, p. 877, 2005.*

[2] *G. A. Engwa, P. U. Ferdinand, F. N. Nwalo, and M. N. Unachukwu, "Mechanism and health effects of heavy metal toxicity in humans,"* Poisoning Mod. world-new tricks an old dog, *vol. 10, pp. 70–90, 2019.*

[3] *M. Mahurpawar, "Effects of heavy metals on human health,"* Int J Res Granthaalayah, *vol. 530, no. 516, pp. 1–7, 2015.*

[4] *U. Okereafor, M. Makhatha, L. Mekuto, N. Uche-Okereafor, T. Sebola, and V. Mavumengwana, "Toxic Metal Implications on Agricultural Soils, Plants, Animals, Aquatic life and Human Health,"* Int. J. Environ. Res. Public Health, *vol. 17, no. 7, p. 2204, Mar. 2020, doi: 10.3390/ijerph17072204.*

[5] *م. ع. ع. سالم, ا. ع. سعيد, ع. ا. ع. ا. امحيسن, أ. ر. ع. أ. جريدة, و. ا. م. امحمد, "تقييم المخاطر الصحية لبعض المعادن الثقيلة في الحليب المبستر المتوفر للاستهلاك في مدينة بني وليد-ليبيا," ,* African J. Adv. Pure Appl. Sci., *vol. 2, no. 4, pp. 14–21, 2023.*

[6] *H. M. Chan, "Metal accumulation and detoxification in humans," in* Metal metabolism in aquatic environments, *Springer, 1998, pp. 415–438.*

[7] *S. Borowska and M. M. Brzóska, "Metals in cosmetics: implications for human health,"* J. Appl. Toxicol., *vol. 35, no. 6, pp. 551–572, 2015.*

[8] *M. O. A. Salem and I. A. S. Salem, "Detection of Heavy Metals in Goat Milk in Bani Waleed City-Libya,"* Libyan J. Ecol. Environ. Sci. Technol., *vol. 5, no. 2, pp. 69–73, 2023, doi: http://aif-doi.org/LJEEST/050213.*

[9] *A. Anwar, T. Mahmood, and Q. U. I. HAQUE, "Heavy metals in fruit juices in different packing material,"* FUUAST J. Biol., *vol. 4, no. 2, pp. 191–194, 2014.*

[10] *R. S. Matche, "Packaging technologies for fruit juices," in* Fruit juices, *Elsevier, 2018, pp. 637–666.*

[11] *E. N. J. Tamuno and E. C. Onyedikachi, "Effect of packaging materials, storage conditions on the vitamin C and pH value of cashew apple (Anacardium occidentale L.) juice,"* J. Food Nutr. Sci., *vol. 3, no. 4, pp. 160–165, 2015.*

[12] *W. H. Organization, "Fruit and vegetables for health: report of the Joint FAO," 2005.*

[13] *H. Ofori, M. Owusu, and G. A. A. Anyebuno, "Heavy metal analysis of fruit juice and soft drinks bought from retail market in Accra, Ghana,"* J. Sci. Res. Reports, *vol. 2, no. 1, pp. 423–428, 2013.*

[14] *A. Verma, P. Sharma, N. Dhusia, and N. More, "Determination of heavy metal content in fruits and fruits juices consume in urban areas of Lucknow, India,"* Int. J. Food Sci. Nutr., *vol. 1, no. 5, pp. 44–50, 2016.*

[15] *F. D. Bora, A. Călugăr, C. I. Bunea, and I. Racz, "Determination of trace and heavy metals in fruit juices in the Romanian market.,"* Bull. Hortic., *vol. 77, no. 2, pp. 125–128, 2020, doi: 10.15835/buasvmcn-hort: 2020.0022.*

[16] *C. Taupeau, J. Poupon, F. Nomé, and B. Lefèvre, "Lead accumulation in the mouse ovary after treatment-induced follicular atresia,"* Reprod. Toxicol., *vol. 15, no. 4, pp. 385–391, 2001.*

[17] *A. Bernard, "Cadmium & its adverse effects on human health,"* Indian J. Med. Res., *vol. 128, no. 4, pp. 557–564, 2008.*