مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 40 العدد 2 (2025): 258- 270

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 40 No.2 (2025): 258 - 270

إزالة التلوث الميكروبي من زعتر المائدة باستعمال أشعة غاما

أريج البشير*[1]، آلاء النحاس[2]، عهد ابو يونس[3]، محفوظ البشير[4]

[1]*مهندسة، قسم علوم الاغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق .

[2] استاذ دكتور قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.
ahed.abouyounes@damascusuniversity.edu.sy

[3]باحث رئيسي، قسم تكنولوجيا الإشعاع، هيئة الطاقة الذرية malbachir@aec.org.sy

تاريخ الايداع:2023/8/18
تاريخ القبول: 2023/10/1

حقوق النشر: جامعة دمشق –سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص **CC BY-NC-SA 04**

الملخص:

تهدف هذه الدراسة اختبار تأثير المعالجة بأشعة غاما في الحمولة الميكروبية لزعتر المائدة بهدف ازالة التلوث الميكروبي وتحسين الخصائص النوعية، وتعزيز الميزة الصحية باعتبار أن زعتر المائدة يستخدم محليا كوجبة جاهزة باردة من قبل الأسر في سورية. اختبر تأثير المعالجة بالجرعة 15 كيلو غري من أشعة غاما الصادرة عن النظير المشع كوبالت 60 في الحمولة الميكروبية والمكونات الاساسية والخصائص الكيميائية لزعتر المائدة.

كان التعداد الكلي للميكروبات الهوائية ومجموعة الكوليفورم والخمائر والفطريات، والتي كانت أعلى من الحدود المسموح فيها، والمحددة في المواصفات المحلية والدولية، وكان لاستخدام الجرعة 15 كيلو غري تاثيرا واضحا في ازالة الحمولة الميكروبية من عينة زعتر المائدة المعالجة بهذه الجرعة، وخفضها الى الحدود المطلوبة في التعقيم التجاري (اقل من 1 لوغاريتم عشري لعدد المستعمرات المتشكلة في 1 غرام من زعتر المائدة).

ولم يسجل وجود تأثير معنوي للمعالجة بأشعة غاما في المكونات الاساسية لزعتر المائدة والمتمثلة في الرطوبة والبروتين والدهن والسكر، ولم يلاحظ ايضا وجود تاثير معنوي للمعالجة الاشعاعية في قيم مؤشرات الخصائص الكيميائية المختبرة في زعتر المائدة، والمتمثلة في الحموضة الكلية والازوت القاعدي الطيار. وأظهرت هذه التحاليل إمكانية ان تكون المعالجة بجرعة أشعاعية قدرها 15 كيلو غري من أشعة غاما أسلوبا مفيدا في التطبيق يمكن التعويل عليه في المحافظة على الجودة وإطالة فترة العرض وتأكيد سلامة زعتر المائدة.

الكلمات المفتاحية: زعتر المائدة، المعالجة بأشعة غاما، الحمولة الميكروبية، الخصائص الكيميائية، المكونات الاساسية.

Microbiological decontamination of thyme meal by gamma irradiation

Areej al-Bachir[*1], Alaa al-Nahhas[2], Ahed Abou Younes[3], Mahfouz Al-Bachir[4]

[1] Department of Food science, Agriculture faculit, Damascus university.
[2] Professeur , Department of Food science, Agriculture faculit, Damascus university, ahed.abouyounes@damascusuniversity.edu.sy
[3]Director of researchs Department of Radiation Technology, Atomic Energy Commission of Syria, malbachir@aec.org.sy

Received: 18/8/2023
Accepted: 1/10/2023

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

Abstract:

The porpose of the study was to determine the effect of gamma irradiation on microbial load of thyme meal for decontamination, improving the quality characteristics, and rnhancing the health properties. Since the thyme meal as local (Syrian) ethnic ready to eat meals (foods). Effect of 15 kGy gamma irradiation using a cobalt-60 source on decontamination and on composition and chemical characteristics of thyme meal was investigated. Health properties and safety of thym meal were determined by measuring the total viable count (TVC), total mould and yeast
count (TMYC), and total coliform count (TCC). The microbial loads of thyme meal were exceeded the levels reported by national nd international standards. TVC, TCC, and TYMC was significantly ($P<0.05$) reduced with irradiation at 15 kGy. After the application of 15 kGy irradiation process had a significant effect for decontamination of thyme meal, and the initial TVC, MYC and TC in thyme meal samples treated with 15 kGy were below the level of detection (less than 1 cfu g^{-1}). Gamma irradiation had no effect on the approximate compositon including moisture, protein, fat, and sugar. Also, Gamma irradiation had no effect on acidity, and volatile basic nitrogen values of thyme meal. The results of the present study indicated that 15 kGy of gamma irradiation suggest an applicable method for decontamination preserving, and enhancing the saety or thyme meal.

Key Words: Thyme Meal Oil, Gamma Irradiation, Microbial Load, Approximate Composition Chemical Properties.

1.المقدمة :

تتعرض المنتجات الغذائية الجافة كالحبوب Cereals والثمار الجافة Dried fruit والمكسرات Nuts، والنباتات الطبية وخلائطها للإصابة خلال الانتاج والتحضير والتداول والتخزين بالأحياء الدقيقة Microorganisms التي تتسبب عادة باحداث تدهور في الخصائص النوعية وتدني في جودة المنتج، وارتياب في الصحة العامة وسلامة استهلاكه، اضافة الى مايمكن أن يسببه كل ذلك من خسائر مادية على مختلف الصعد الاقتصادية والتجارية والاجتماعية والصحية عالميا (Fapohunda *et al.*, 2012)، وتعد أيضاً الأغذية الجافة ومن بينها الأعشاب الحولية والنباتات الطبية والبهارات عرضة للتلوث ممرضة من هذه الأحياء الدقيقة، وبالسموم الفطرية Mycotoxins التي يمكن ان تفرزها بعض أنواع العفن Mould، ومايمكن ان تسببه هذه المفرزات والسموم الفطرية من مشاكل تنعكس سلبا على مستوى سلامة الغذاء Food safety والاقتصاد الزراعي Agricultural economies، ويعود التلوث في جزء منه إلى العمليات الزراعية المتبعة في الانتاج، والى الظروف والشروط البيئية والمناخية السائدة، والى اجراءات النظافة والصحة Sanitation and hygiene practices المطبقة على العاملين في تنفيذ مجمل هذه الاعمال ومن بينها جني المحصول، والى عدم تطبيق الإجراءات الزراعية الجيدة Good Agricultural Practices (GAPs) وإجراءات التصنيع الجيد Good Manufacturing Practices (GMPs) في بعض الدول النامية (Mrael and Elsawy, 2017). لذلك فان معالجات ما بعد الحصاد Post-harvest ومعالجات ما بعد التحضير والتجهيز Post preparation treatments هي إجراءات أساسية للتقليل ما أمكن من التلف الميكروبي وخفض مخاطر التلوث بالأحياء الدقيقة المسببة للأمراض المحمولة في المنتجات الغذائية (Olaimat and Holley, 2012).

يطبق العديد من المعالجات الفيزيائية والكيميائية بعد الحصاد أو معالجات التبخير التي تطبق بعد التجهيز والتي تستخدم عادة للمحافظة على المنتج بخصائص أقرب ما تكون للشكل الطازج وبقيمة غذائية عاليه وليحقق متطلبات السلامة المدونة في المواصفات القياسية للمنتجات الطازجة ذات الصلة (Mahajan *et al.*, 2017). ويذكر في المراجع العلمية عدة وسائل يمكن بها ومن خلالها تخليص المنتجات الغذائية الجافة من حمولتها الميكروبية والحد ما أمكن من إفراز السموم، ومن هذه الوسائل: التبخير بغاز ثنائي أوكسيد الكربون (CO_2) أو بأكسيد البروبيلين Propylene oxide أو المعالجة بحمض البروبيونيك Proppionic acid أو استخدام الأوزون Ozone (Paez *et al.*, 2011). ويهتم المعنيون بصناعة وتجارة الغذاء بتطوير طرائق الحفظ المتبعة وايجاد طرائق جديدة وغير مألوفة Novel لتحل محل الطرائق التقليدية Conventional methods في القضاء على الأحياء الدقيقة المحتمل تواجدها في هذه المنتجات (Maity *et al.*, 2011).

يقدم التشعيع فوائد جمة في تعزيز السلامة الميكروبية والحصول على قيمة مضافة في الغذاء، وفي المحافظة على جودتة وخصائصه الحسية، وفي اطالة فترة عرضه وتخزينه. وفي تسهيل عملية تسويقه من خلال ضمان وتحقيق متطلبات التبادل التجاري. وأكدت عدة تقارير أن طريقة معالجة النباتات الطبية والبهارات بأشعة غاما هو خيار فعال في تخليص هذه المنتجات من تلوثها الميكروبي وتجاوز حواجز الحجر في التجارة الدولية، وفي تحسين مدة التخزين كنتيجة لفاعليتها، ومعدل اختراقها العالي في المادة المعالجة، واثبت بشكل واضح وجلي عدم تأثر العناصر الغذائية الكبرى بالمعالجة الإشعاعية. وفي يومنا هذا فان أكثر من 55 دولة حول العالم قد وافقت على استعمال التشعيع في معالجة الغذاء والبهارات والنباتات الطبية والخضار والفاكهة (Jayathilakan *et al.*, 2017)؛ (Al-Bachir, 2016). وأوصى العديد من الباحثين بمعالجة الأغذية بالأشعة لفاعليتها وقابلية تطبيقها واستعمالها في حفظ الأغذية وفي مجال صناعة وتصنيع الغذاء (Al-Bachir, 2021; 2022).

وتعدّ عمليات تشعيع المواد الغذائية إحدى الوسائل الحديثه المعتمدة عالميا لتخليص المنتجات الغذائية من حمولتها الميكروبية الممرضة وإطالة فترة تخزينها، وبالتالي فقد أتت أهمية هذا البحث لاختبار إمكانية استخدام هذه التقانة، المختبرة محليا على العديد من المنتجات الغذائية ذات الأهمية الاقتصادية محليا، في تخليص هذه النماذج من الاغذية المنتجة والمصنعة محليا من حمولتها الميكروبية بشكل عام ومن الميكروبات الممرضة بشكل خاص ودراسة تأثير المعالجة بأشعة غاما في إطالة فترة التخزين والمحافظة على جودة هذه المنتجات. واختير لهذا العمل زعتر المائدة كمادة بحثية لما يتمتع فيه هذا المنتج من اهمية اقتصادية وغذائية وبشكل خاص كونه وجبة غذائية محليه سورية جاهزة للاستهلاك المباشر دون حاجة لطهيها أو حتى تسخينها، إضافة لرخص ثمنه وأهميته التجارية في كل من الريف والمدينة على حد سواء. وهو من الوجبات الجاهزة الخفيفة والهامة تجارياً في سورية ويدخل في تركيب زعتر المائدة كوجبة شعبية مجموعة من المكونات الاساسية كبذور السمسم والسماق والكزبرة والينسون والكمون والفستق وأوراق الزعتر والزيت النباتي وملح الطعام والكراويا، واختيرت المعالجة بأشعة غاما كأسلوب لتخليص هذا المنتج من حمولته الميكروبية، باعتبارها من طرائق المعالجة الحديثة والواعدة، وكنتيجة لهذا العمل يمكن المساهمة في تحسين الخصائص النوعية وجودة الغذاء المنتج محليا، والمساهمة في انتاج غذاء قادر على المنافسة في الاسواق المحلية والخارجية، والمساهمة ايضا في تحقيق الأمن الغذائي السوري.

2. المواد البحث وطرائقه:

2. 1. تجهيز زعتر المائدة:

أنجزت هذه الدراسة خلال العام الدراسي 2022 – 2023 في قسم تكنولوجيا الإشعاع في هيئة الطاقة الذرية حيث توجد منابع اشعة غاما (محطة تشعيع تجاري) ومختبرات تشعيع الاغذية، وفي مختبرات قسم علوم الاغذية في كلية الزراعة في جامعة دمشق. حيث قدمت مادة البحث كهدية من سيدي هشام (شركة العقاد لتجارة وصناعة الغذاء، دمشق، سورية). تم وزن مادة زعتر المائدة وتوزيعها على عينات وتعبئتها بأكياس من البولي اثيلين بهدف التشعيع. حيث احتوى كل كيس على 500 غ من زعتر المائدة واعتبر كل كيس بمثابة مكرر. وأنجزت الاختبارات على ثلاث مكررات في كل معاملة.

2. 2. المعالجة الإشعاعية :

عرضت عينات زعتر المائدة، بدرجة حرارة الغرفه، لجرعة اشعاعية قدرها 15 كيلو غري من أشعة غاما الصادرة عن النظير المشع كوبالت 60 في محطة تشعيع روسية الصنع (ROBO, Techsnabexport, Moscow, Russa)، وبمعدل جرعة قدرة 7.775 كيلو غري في الساعة في زمن تنفيذ التجربة. وتم تقدير الجرعة الإشعاعية الممتصة باستعمال مقياس كلور البنزن الكحولي (Al-Bachir, 2014). وتم تخزين العينات المعالجة بالأشعة وعينات الشاهد غير المعالجة بالأشعة ضمن أكياس من البولي اثلين بدرجة حرارة الغرفة (18 – 25 مْ) وبرطوبة نسبية قدرها 50 – 70% الى حين تنفيذ التحاليل المخبرية.

2. 3. التحاليل الجرثومية :

تم تقدير الحمولة الميكروبية لكل من عينات الشاهد والعينات المعالجة بالأشعة وذلك بعد التشعيع مباشرة باستخدام طريقة الصب بأطباق بتري كطريقة عياريه (AOAC, 2010). حيث تم تقدير العدد الكلي للميكروبات الهوائية معبر عنه بعدد المستعمرات المتشكلة في غرام من عينة الشاهد ومن العينات المعالجة بالأشعة وذلك بعد التشعيع مباشرة. استخدم في الزرع الميكروبي بيئة من الآغار (Plate count agar PCA) من شركة (Oxoid, UK) لتقدير التعداد الكلي من الميكروبات الهوائية بتحضين الأطباق بدرجة حرارة قدرها 30 م° ولمدة 48 ساعة. وتم تقدير العدد الكلي لمجموعة الكوليفورم بالزرع على بيئة من الآغار Violet Red

Bile Agar (VRBA) (Oxoid, CM 485, UK). وتم تقدير التعداد الكلي للفطريات بالزرع على بيئة من Dichloran Ros-Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC) من شركة (Merck, Germany)، والتحضين بدرجة حرارة قدرها 25 م° لمدة 5 أيام. وتم حساب اللوغاريتم العشري لعدد المستعمرات المتشكلة.

2. 4. التحاليل الكيميائية :

تم مجانسة كل عينة من عينات زعتر المائدة وتحليلها بثلاث مكررات لتقدير الرطوبة (بالتجفيف على درجة حرارة قدرها 105 م° لمدة 6 ساعات)، والترميد بدرجة حرارة قدرها 550 م°، والبروتين الخام (باستخدام طريقة كلداهل المصغرة)، والدهن (كمكون قابل للاستخلاص باستخدام تجهيزات سوكسليت)، وتم تقدير الكربوهيرات الكلية باستعمال طريقة مشعر الانترون وبقياس الامتصاصية عند طول موجه قدرها 620 نانو متر على جهاز المطيافية الضوئية (Spectrophotometer (PG Instrument Ltd، وتم تقدير نسبة السكريات المرجعة Reduced sugar في زعتر المائدة باستخدام مقياس اليود وبتحديد المتبقي من النحاس غير المرجع بعد حصول التفاعل وحساب تركيز السكر المرجع كغرام غلوكوز في كل 100 غرام من زعتر المائدة بتطبيق إجراءات الجمعية الرسمية للتحاليل الكيميائية Association Official Analytical Chemists (AOAC) (AOAC, 2010). وتم تقدير الحموضة الكلية بالمعايرة المباشرة بمحلول 0.1 نظامي من هيدروكسيد الصوديوم واستعمال الفينول فتالئين كمشعر، وحسبت الحموضة الكلية مقدرة بـ 1 مل (0.1 نظامي) NaOH تعادله 0.009 غ حمض لاكتيك (AOAC, 2010). وتم تقدير الازوت القاعدي الطيار في العينات والتعبير عنها بعدد ميلي غرامات الازوت القاعدي الطيار في كل 1 كيلوغرام من زعتر المائدة (Al-Bachir, 2015). وكانت كافة المواد المستخدمة في التحاليل بدرجة نقاوة مخبريه.

2. 5. التحليل الإحصائي:

تم تقدير الاختلافات المعنوية بين المعاملات المطبقة (0 و 15 كيلوغري) بعد التشعيع مباشرة باستعمال اختبار تحليل التباين (ANOVA) بتطبيق برنامج (SUPERANOVA) ورزمة كمبيوتر (Abacus Concepts Inc., Berkeley, CA. USA; 1998)، واعتبرت الفروق معنوية إحصائيا عند قيمة P تقل عن 0.05.

3. النتائج والمناقشة:

3. 1. الخصائص الميكروبية لزعتر المائدة :

تم تقدير الميزة الصحية لعينات زعتر المائدة غير المعالجة بالأشعة (الشاهد) بتقدير العدد الكلي للميكروبات الهوائية والعدد الكلي لمجموعة الكوليفورم والعدد الكلي للخمائر والفطريات والتي أبدت إلى حد ما ارتفاعا في التلوث الميكروبي. حيث كان التعداد الكلي للميكروبات الهوائية Total Viable Count (TVC) والتعداد الكلي للخمائر والفطريات Total Mould and Yeast Count (TMYC)والعدد الكلي لمجموعة الكوليفورم Total Coliform Count (TCC) من مرتبة 5.47 ± 0,08 و 3.38 ± 0.02 و 3.44 ± 0,06 لوغاريتم عشري لعدد المستعمرات المتشكلة في غرام زعتر مائدة على التتالي (الجدول 1).

تشير نتائج هذه التجارب إلى أن الحمولة الميكروبية الكلية (10^6 خلية/غ) عند عينات زعتر المائدة المستعملة في تجارب هذه الدراسة هي اكبر من الحدود المسموح فيها في المواصفات القياسية الدولية والمحلية، يضاف إلى ذلك احتمال وجود بعض الأنواع الممرضة ضمن مجموعة الكوليفوروم الموجودة في عينات التجربة بمستوى قدره 10^4 خلية/غ، واحتوت عينات الشاهد من زعتر المائدة المستعمل في هذه التجارب على عفن كلي من مرتبة 10^3 خلية/غ، وربما يعود هذا الارتفاع في مستوى التلوث الميكروبي

إلى استعمال الأجزاء النباتية الأكثر عرضة للتلوث من نبات الزعتر (الاوراق)، حيث يشار في المراجع العلمية إلى زيادة مستوى تلوث الأوراق والأزهار بمقدار 100 مرة عن مستوى تلوث البذور والثمار (Al-Bachir, 2019)، تحتوي العينات غير المعالجة بالأشعة من زعتر المائدة على حمولة ميكروبيه مرتفعه والتي تعود إلى عدم وجود اجراءات نظاميه (أساسيه) تضبط عملية الإنتاج وتضبط عملية معالجة المنتج النهائي. حيث تشير البيانات المدونة في وثائق المنظمات الدولية المعنية بالصحة العامة للمجتمع إلى ضرورة عدم تجاوز الحمولة الميكروبية الكلية عند النباتات الطبية الجافة، والخاضعة قبل تسويقها لشروط الإنتاج والنقل والتخزين والتصنيع الجيد حدود الـ 10^4 خلية/غ (WHO 1989). وتشترط المواصفة القياسية السورية حول الاشتراطات الخاصة بالأحياء الدقيقة الواجب تحقيقها في المنتجات الغذائية والتي تحمل الرقم م. ق. س. 2007/2179 عدم تجاوز التعداد العام للأحياء الدقيقة غير الممرضة في النباتات الطبية القابلة للتسويق عتبة الـ 50.000 خلية/غ، وخلوها من الميكروبات الممرضة مثل السالمونيلا والاشريكية القولونية E. coli وبكتريا العنقودية الذهبية.

تعد بذور السمسم والسماق والكزبره والينسون والشمر والكمون والفستق وأوراق الزعتر والزيت النباتي وملح الطعام والكراويا. مقومات أساسية في تجهيز زعتر المائدة في سوريا. تباع هذه المقومات في الأسواق المحليه إلى تاجر الجملة الذي يقوم بدره بنقل هذه المنتجات إلى سوق المدينه. ويعد اغلب أنواع زعتر المائدة المصنع والمعالج والمتداول في أسواق المدن منتج غير سليم ولا يصلح للاستهلاك كما هو مصنع ومعبأ لعدم معالجة المنتج النهائي كليا أو معالجتة بدرجات متفاوتة. ينتج عن التجفيف الشمسي المفتوح لمثل هذه المنتجات الغذائية تلوثها بالحشرات والبكتريا والاعفان. ويعود تلوث الأعشاب إلى عدة عوامل حيث أشار Bakobie وزملاؤه (2017) إلى أن كل من البهارات والنباتات الطبية كمسحوق الكاري والزعتر والفلفل الأبيض والفلفل الأحمر هي عرضة للتلوث الميكروبي بمراحل مختلفة من الإنتاج.

سجل وجود بكتريا الكوليفورم قي العينات غير المعالجة بالأشعة من زعتر المائدة. واحتمال وجود كل من مجموعة الكوليفورم والاشريكية القولونية E.coli هو دليل على التلوث بمواد برازية حديثة الإفراز. والذي ربما يعود إلى عدم كفاية غسل الأيدي من قبل البائعين والى غياب المراقبة الصحية الجيدة للأشخاص المتعاملين مع هذا المنتج. وتبين أن عينات زعتر المائدة غير منسجمة مع متطلبات المعايير والمتطلبات المدونة في المواصفات القياسية السورية ذات الصلة. حيث وجد بان العدد الكلي للميكروبات الهوائية والتعداد الكلي لمجموعة الكوليفورم والعدد الكلي للخمائر والفطريات في زعتر المائدة المستخدم في هذه الدراسة مرتفع نسبيا، وغير مطابق لمتطلبات المواصفة القياسية السورية الخاصة بالحمولة الميكروبية للأغذية بما في ذلك زعتر المائدة المفترض أن يحتوي على اقل من 10^4 خلية / غ للعدد الكلي للميكروبات الهوائية المتشكلة في غرام زعتر، وخالي تماما من مجموعة الكوليفورم ومن الخمائر والفطريات (SASMO, 2010).

تتراوح كمية الرطوبة في الأعشاب بين 6 و 12% وترتبط هذه النسبة بمدة التجفيف والظروف المناخية السائدة. تحتوي المحاصيل الحولية بما في ذلك الأعشاب والبهارات عادة على كمية منخفضة من الرطوبة، والتي تحمي المنتج الجاف كالزعتر بنطاق واسع من التلف الميكروبي (Manivannan and Muthukmar, 2017). ربما يكون الماء الفعال في المادة الغذائية العامل الأكثر أهمية في السيطرة على الأحياء الدقيقة. حيث يتسبب انخفاض قيم الماء الفعال في منع إنبات ابواغ الفطريات وتكاثر الخمائر (Ross and Robinson, 2013). تصنف نموذجيا النباتات الطبية والبهارات الجافة كأغذية منخفضة الماء الفعال، حيث يتراوح الماء الفعال في هذه المنتجات بين 0.02 و 0.60 (Doyle and Buchanan, 2013).

وبهدف تحسين نقاوة وسلامة منتجات النباتات الطبية فان ضبط القواعد الصحية خلال التجهيز ومراقبة بعض الخصائص الفيزيائية كالرطوبة هو أمر مرغوب فيه. يعتمد أساس حفظ المواد الغذائية بالتجفيف على حقيقة مفادها حاجة الأحياء الدقيقة والأنزيمات إلى ماء لكي تصبح نشطه وفعاله (Al-Bachir, 2017). يهدف التدخل خلال عملية الإنتاج بشكل أساسي إلى خفض الحمولة الميكروبية أو إزالتها ويتم ذلك عادة بالمعالجة الحرارية (Zwietering *et al.*, 2016) (Markowska-Szczupak *et al.*, 2015).

سجل وجود خمائر وفطريات في عينات زعتر المائدة. وبينت نتائج هذه الدراسة ان الاسبيرجيلوس والبنسيليوم هي أكثر الأنواع السائدة من الفطريات المعزولة من زعتر المائدة. ويمكن لهذين النوعين النمو في أوساط يقل مائها الفعال عن 0.8 و يمكن أن تتشكل مستعمرات الاسبيرجيلوس Aspergillus والبنسليوم Pencillium عادة في المواد التي يقل الماء الفعال فيها عن 0.8. ويمكن أن تنمو الفطريات وان تنتج سمومها mycotoxin كنتيجة لتداخلات معقدة بين التنوع الحيوي والعوامل الحيوية. ومن بين هذه العوامل فقد صنف كل من الماء الفعال ودرجة الحرارة على أنها الأكثر أهمية بين العوامل البيئية السائدة قبل وبعد الحصاد. تنمو الاعفان على مواد البناء الرطبة ويرتبط نموها في قيم الماء الفعال. في الوقت الراهن فقد حازت الأمراض المحمولة في الغذاء المتشاركة مع الأغذية المحتوية على كميه منخفضة من الماء الفعال (أقل من 0.6) كالبهارات والأعشاب على اهتمام أكبر من قبل عامة الناس ومن الصناعة ومن مؤسسات البحث العلمي (Prendes *et al.*, 2016) (Syamaladevi *et al.*, 2016).

الجدول 1. تأثير المعالجة بأشعة غاما في التعداد الكلي للميكروبات الهوائية والعدد الكلي لمجموعة الكوليفورم وللخمائر والفطريات (لوغاريتم عشري لعدد المستعمرات المتشكلة في 1 غ زعتر مائدة) في زعتر المائدة المخزن بدرجة حرارة الغرفه(18 – 25 م°)

	Gamma irradiation Treatments		
Parameters	**Control**	**15 KGY**	**P-level**
Total bacterial count (log^{10} cfu/g)	5.47 ± 0.08^{a}	≥1	**
Fungal count (log^{10} spores/g)	3.38 ± 0.02^{a}	≥1	**
Total coliform (log^{10} cfu/g)	3.44 ± 0.06^{a}	≥1	**

NS: not significant. * Significant at $p<0.05$.

3. 2. تأثير المعالجة بأشعة غاما في السلامة الميكروبية لزعتر المائدة:

تم تقدير التركيب الميكروبي لعينات زعتر المائدة المعالجة بجرعة اشعاعية قدرها 15 كيلو غري ومقارنتها بعينات الشاهد وعرضت هذه البيانات في الجدول 1. حيث ازالت الجرعة 15 كيلو غري مجمل البيئة الميكروبية (العدد الكلي للميكروبات الهوائية والعدد الكلي لمجموعة الكوليفورم والعدد الكلي للخمائر والفطريات) من زعتر المائدة. وهذه النتائج بتوافق جيد مع نتائج منشورة سابقا حول الجودة الميكروبية لمسحوق جذور العرق سوس (Al-Bachir and Al-Adawi, 2015)، وبذور الينسون (Al-Bachir, 2007)، ومسحوق نبات البابونج (Al-Bachir, 2017)، بعد المعالجة بجرعات إشعاعية من مرتبة 10 كيلو غري. وسجل انخفاض قدره 4 دورات لوغاريتميه في العدد الكلي للميكروبات الهوائية عند معالجة الزعتر البري بجرعة إشعاعية قدرها 5 كيلو غري (Janiak *et al.*, 2017). وأشارت نتائج دراسات علميه سابقه إلى ان المعالجة بجرعة إشعاعية قدرها 5 كيلو غري قد كان كافيا لخفض التلوث الميكروبي للنباتات الطبية والبهارات والمقومات الغذائية المجففة إلى الحدود المقبولة (Napoli *et al.*, 2016).

ربما تتصل فاعلية المعالجة الإشعاعية في تخفيض الحمولة الميكروبية لزعتر المائدة بقدرتها على الاختراق إلى أعماق النسيج وتخريب منظومة الأحياء الدقيقة الموجدة على السطح أو حتى الموجودة في داخل النسج الموجود فيها الميكروب، وبالتالي تعيق أو تخفض التلوث من خلال منع نمو هذه الميكروبات (Marae and Elsawy, 2017). ربما يحدث تأثير المعالجة بالأشعة المؤينة بشكل مباشر directly أو بشكل غير مباشر indirectly من خلال المساهمة في توليد الجذور الحرة الفعالة والتي يكون لها تأثيرا ضارا في الأحياء الدقيقة (Al-Bachir, 2007). ويكون الهدف الأكثر أهمية لهذه الجذور الحرة في الأحياء الدقيقة جزيئات الدنا DNA والتي تتسبب في فقدان قدرة الخلية على الحياة أو حتى إعادة إنتاج نفسها كما تم توضيحه مرجعيا (Moreira *et al.*, 2010).

3. 3. المكونات التقريبية لزعتر المائدة:

يوضح الجدول 2 المكونات الكيميائية التقريبية لزعتر المائدة. حيث احتوى زعتر المائدة موضوع الدراسة على كمية من الرطوبة والبروتين الخام والدهن الخام و الرماد و السكريات الكلية والسكريات المرجعة قدرها: (4.39 ± 0.06) و(16.54 ± 0.24) و(39.13 ± 0.78) و(5.30 ± 0.01) و(32.20 ± 0.46) و(6.86 ± 0.15) غ في كل 100 غرام زعتر مائدة على التتالي.

لقد احتوت عينة زعتر المائدة موضوع الدراسة على نسبة منخفضة إلى حد كبير من الرطوبة (4.39%). ويسمح احتواء المنتج على نسب منخفضة من الرطوبة بتخزينه لفترات زمنية أطول، باعتبار أن الرطوبة المرتفعة تقود إلى تلف المنتج من خلال زيادة النشاط الميكروبي (Kimbohguila *et al.*, 2010). وزعتر المائدة مصدر جيد للبروتين (16.54%)، والدهن (39.13%) والسكريات (32.20%)، والمعادن لاحتوائه على كمية كبيرة من الرماد (5.30%). وكمية الرماد في أي عينة من البذور يظهر أهمية بذلك لتحديد العناصر المعدنية المهمة في التغذية (Vadivel and Janardhanan, 2004).

فالمحتوى المرتفع من البروتين والدهن يجعل من زعتر المائدة مصدر تجاري محتمل للزيت النباتي وللبروتين. يوحي تركيز البروتين في العينات المختبرة بمساهمة ثمار الفستق في التزود بكمية البروتين اليومي المقدرة بـ 23.6 غ للبالغين حسب توصيات الهيئة الوطنية للبحوث (National Researcg Council, 1975).

لم يسجل فروق كبيرة في المكونات التقريبيه (الرطوبة والبروتين والدهن والرماد والسكريات الكلية والسكريات المرجعة) بين عينة الشاهد والعينة المعالجة بجرعة اشعاعية قدرها 15 كيلو غري، ومع ذلك فقد كانت هذه الفروق الصغيرة معنوية ($p<0.05$) وبدلالة احصائية بالنسبة لكل من ارطوبة البروتين الخام والرماد.

تعتبر نتائج البحث ذات الصلة بتأثير أشعة غاما في المكونات التقريبيه بتناغم مع نتائج منشورة سابقا والتي أشارت إلى عدم وجود تأثير معنوي للمعالجة باشعة غاما في المكونات الاساسية للمادة الغذائية المعالجة .

الجدول 2. تأثير المعالجة بأشعة غاما في الرطوبة والبروتين الخام والدهن الخام والرماد والسكر الكلي والسكريات المرجعة (%) عند زعتر المائدة

	Gamma irradiation Treatments		
Parameters	**Control**	**15 KGY**	**P-level**
Moisture (%)	4.39 ± 0.06^{a}	4.45 ± 0.03^{b}	**
Crud protein (%)	16.54 ± 0.24^{a}	16.62 ± 0.11^{b}	**
Crud fat (%)	39.13 ± 0.78^{a}	38.53 ± 1.59^{a}	**NS**
Ash (%)	5.30 ± 0.01^{b}	5.23 ± 0.02^{a}	**
Total sugar (%)	32.20 ± 0.46^{a}	32.86 ± 1.08^{a}	**NS**
Reducing sugar (%)	6.86 ± 0.15^{a}	6.88 ± 0.10^{a}	**NS**

^{abc} Means values in the same row not sharing a superscript are significantly different.
NS: not significant.
* Significant at $p<0.05$.
** Significant at $p<0.01$.

3. 4. أثر التشعيع في الخصائص الكيميائية لزعتر المائدة:

الحموضة الكلية: يبين الجدول 3 التغير في الحموضة الكلية في عينات زعتر المائدة المعالجة وغير المعالجة بالأشعة. حيث كانت القيمة الوسطى للحموضة (% حمض لاكتيك) عند زعتر المائدة من مرتبة 1.94 و 2.06 للعينات المعالجة بالجرع 0 و 15 كيلو غري على التتالي. وازدادت قيم الحموضة وبشكل معنوي ($p<0.05$) في العينات المعالجة بالاشعة عند المقارنة بما هو عليه في عينة الشاهد. وتشير النتائج المدونة في الجدول 3 الى انخفاض قيم الحموضة في عينات زعتر المائدة المعالج منها وغير المعالج بالاشعة، وتقود هذه النتائج للاستنتاج بان قيم جموضة عينات زعتر المائدة موضوع الدراسة صغير ويقع ضمن الحدود المقبولة (المرغوب فيها) والتي تتراوح بين 0.0 – 3.0% (Kimbohguila *et al.*, 2010). أخذا بالاعتبار احتواء زعتر المائدة على كمية قليلة جدا من الرطوبة، فقد كان الأكثر ترجيحا عدم وجود أحماض دهنية حرة ناتجة عن عملية التحلل الإشعاعي للغليسيريدات الثلاثية. وحسب ما ورد في المراجع العلمية فان تشعيع المواد الغذائية المحتوية على كميات مرتفعة من الرطوبة، سيؤدي بالضرورة إلى ارتفاع تركيز جذور الهيدوكسيد التي تحفز أكسدة الدهون، وتقود إلى تغيرات في تكوين الأحماض الدهنية في الأغذية الغنية بالدهون، ومثل هذه التفاعلات يتوقع ان تكون أكثر بطئا في الأغذية الجافة كثمار الجوزيات (Al-Bachir, 2014; 2015) . ولوحظ انخفاض في كمية الأسيل غليسيرول الثلاثي Triacylglycerol وزيادة مشتقاتها من الأحماض الدهنية الحرة في جوز الطيب المعالج بأشعة غاما، وعزي ذلك إلى تحطم الأسيل غليسيرول Acylglycerol خلال المعالجة الإشعاعية والذي أدى بدوره إلى تحرر الأحماض الدهنية الحرة (Niyas *et al.*, 2003).

الازوت القاعدي الطيار: تم عرض نتائج تأثير المعالجة بجرعة اشعاعية قدرها 15 كيلو غري من اشعة غاما في الازوت القاعدي الطيار في زعتر المائدة في الجدول 3، وكما هو مشار إليه في البيانات المدونة في الجدول 3. فان كمية الازوت القاعدي الطيار في العينات غير المعالجة بالأشعة (الشاهد) هي من مرتبة 6.28 مغ ازوت قاعدي طيار في كل 1 كغ زعتر مائدة (Part per million ppm)، وسجل زيادة غير معنوية في قيم الازوت القاعدي الطيار (7.68 مغ ازوت قاعدي طيار في كل 1 كغ زعتر مائدة) في العينات المعالجة بجرعة اشعاعية قدرها 15 كيلو غري. ربما تعود الزيادة في الازوت القاعدي الطيار في عينات زعتر المائدة المعالجة بالأشعة (بعد التشعيع مباشرة) إلى تشكل منتجات أكسدة أو منتجات تفكك بفعل التشعيع. فقد اعتقد ان الفعل التخريبي للمعالجة بأشعة غاما قادرة على تحطيم الروابط الكيميائية للمنتجات المعقدة، وإطلاق مركبات قابلة للذوبان وبأوزان جزيئية منخفضة، تقود إلى زيادة مثل هذه المنتجات. والواضح (الجلي) بأنه كلما ازدادت الجرعة الإشعاعية تزداد الطاقة الممتصة في الغذاء وتسمح الفرصة لظهور مركبات طيارة جديدة خلال عمليات الأكسدة (Lee, 2003).

الجدول 3. تأثير المعالجة بأشعة غاما في الحموضة الكلية (% لاكتيك أسيد) وقيم الازوت القاعدي الطيار (جزء في المليون) (VBN)(P.P.M) في زعتر المائدة

	الجرع الإشعاعية		
	شاهد	15 كيلوغراي	P-level
الحموضة الكلية (مقدرة كحمض لبن %)	1.94 ± 0.01^{a}	2.06 ± 0.01^{b}	**
القواعد الآزوتية الطيارة (جزء بالمليون)	6.28 ± 1.04^{a}	7.68 ± 1.60^{b}	NS

[abc] Means values in the same row not sharing a superscript are significantly different.
NS: not significant.
* Significant at $p<0.05$.
** Significant at $p<0.01$.

4. الاستنتاجات:

– امكانية ازالة التلوث الميكروبي لزعتر المائدة كليا باستخدام المعالجة باشعة غاما، حيث ادى استخدام الجرعة 15 كيلو غري الى خفض مجمل البيئة الميكروبية، والوصول بالمنتج الى سوية التعقيم التجاري

– أشارت نتائج التحاليل المخبرية الى أن المعالجة بجرعة اشعاعية من مرتبة 15 كيلو غري من أشعة غاما لم تحدث أي تغير معنوي سلبي في المكونات الاساسية والخصائص الكيميائية لزعتر المائدة.

– أثبتت نتائج هذه الدراسة وبوضوح أن المعالجة بأشعة غاما هي طريقه أمنه وناجحة في تحسين السلامة الميكروبية.

يستنتج من نتائج هذه الدراسة أن المعالجة الإشعاعية يمكن أن تكون وسيلة (طريقة) بديلة في إزالة التلوث وحفظ وجبة الزعتر.

معلومات التمويل: هذا البحث ممول من قبل جامعة دمشق وفق رقم التمويل **501100020595.**

References:

1. Al-Bachir M. (2007). Effect of gamma irradiation on microbiological, chemical and sensory characteristics of aniseed (Anisum vulgare), Bioresearch technology, 98: 1871-1876.
2. Al-Bachir M. (2016). Evaluation the effect of gamma irradiation on microbial, chemical and sensorial properties of peanut (Arachis hypogaea L.) seeds. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment. 15(2): 171-180 .
3. Al-Bachir M. (2017). Control of natural micro-organisms in chamomile by gamma ray and electron beam irradiation. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment, 16(1): 17-23.
4. AL-Bachir M. (2014). Microbiological, sensorial and chemical quality of gamma irradiated pistachio nut (Pistachia vera L.). The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati - Food Technology, 38(2): 57-68.
5. Al-Bachir M. (2021). Quality properties of Kishk (yoghurt and parboiled ground wheat mixture) as prepared meal. Current Topics in Biotechnology, Vol 12: 95-10.
6. Al-Bachir M. (2022). Efficiency post-harvest treatment by gamma radiation for the microbial safety of dried damask rosa petals. Journal of Food Chemistry and Nanotechnology. Vol 8(2): 43-49.
7. Al-Bachir M. (2015). Studies on the physicochemical characteristics of oil extracted from gamma irradiated pistachio (Pistacia vera L.). Food Chemistry 167: 175-179.
8. Al-Bachir M. (2019). Microbial profile of gamma irradiated thyme; cold prepared meal. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 25 (1): 1-9.
9. AL-Bachir M., Al-Adawi M.A. (2015). Comparative effect of irradiation and heating on the microbiological properties of licorice (Glycyrrhiza glabra L.) root powders. International Journal of Radiation Biology 91(1): 112-116.
10. AOAC. (2010). Official Methods of Analysis. 15th edn. Association of Official Analytical Chemists," Washington, D.C.
11. Bakobie N, Addae AS, Duwiejuah AB, Cobbina SJ, Miniyila S. (2017). Microbial profile of common spices and spice blends used in Tamale, Ghana. International Journal of Food Contamination, 4(10): 1-5. DOI:10.1186/s40550-017-0055-9 .
12. Doyle MP, Buchanan RI. (2013). Food microbiology: fundamentals and frontiers. 2013, 4 th ed. Washington DC. ASM Press. 1118 pp.
13. Fapohunda S.O., Anjorin S.T., Akueche E.C., Harcout B. (2012). Multi mycotoxin profile of gamma-radiated sesame seeds from Abuja markets, Nigerria using LC-MC/MS. Nature and Science, 10(10): 127-134.
14. Janiak M.A., Slavova-Kazakova A.; Kancheva V.D., Ivanova M., Tsrunchev, T., Karamac M. (2017). Effect of gamma irradiation of wild thyme (Thmus sepyllum L.) on the phenolic compounds profile of its ethanolic extract. Pol. J. Food Nut. Sci., 67(4): 309-315.
15. Jayathilakan K, Sultana K, Pandey MC. (2017). Radiation processing: An Emerging preservation technique for meat and meat products. Defence Kife Science Journal, 2(2): 133-141.
16. Kimbohguila A., Nzikou J.M., Matos L., Loumouamou B., Ndangui B. (2010) Proximate composition of selected Congo oil seeds and physicochemical properties of the oil extracts. Research Journal of Science, Engineering and technology, 2(1): 60-66.
17. Lee E., Ahn, D. (2003) Production of volatiles from fatty acids and oils by irradiation. Food Chemistry and Toxicology, 68: 70-75.
18. Mahajan PV, Caleb OJ, Singh Z, Watkins CB, Geyer M. (2017). Postharvest treatments of fresh produce. In: Transitions of the Royal Society A, Theme issue: Intelligent Food Logistics, May/June, Vol, 327, 20120309, DOI: 10.1098/rsta.2013.0309.
19. Maity J.P., Kar S., Banerjee S., Sudershan A.C., Santra, S.C. (2011). Effect of gamma radiation on fungi infected rice (in vitro). International Journal of Radiation Biology, 87(11): 1097-1102.
20. Manivannan P, Muthukmar S. (2017). Microbial analysis of electron beam irradiated Capsicum annum. International Journal of ChemTech Research, 10(6): 1197-1205.

21. Markowska-Szczupak A, Janda K, Wang K, Morawski AW, Kowalska E. (2015). Effect of water activity and titania P25 photocatalyst on inactivation of pathogenic fungi-contribution to the protection of public health. Cent. Eur. J. Public Health, 23(3): 267-271.
22. Marael, RW., Elsawy KM. (2017). Chemical quality and nutrient composition of strawberry fruits treated by gamma irradiation. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 10: 80-89.
23. Moreira RG, Ekpanyaskun N, Braby LA. (2010). Theoretical approach for the calculation of radiation D_{10} value. Journal of Food Process Engineering, 33(1): 314-340.
24. Napoli E, Mazzaglia A, Restuccia C, Ragni P, Lanza CM, Ruberto G. (2016). The effect of gamma irradiation on chemical composition, microbial load and sensory properties of Sicilian orange. LWT-Food Sci. Technol., 72: 566-572.
25. National Research council. (1975). Recommended daily dietary allowance. Nutr Rev 31 (12): 373-395.
26. Niyas Z., Variyar P.S., Gholap A.S., Sharma A. (2003) Effect of gamma irradiation on the lipid profile of nutmeg (Myristica fragrans Houtt.). Journal of Agriculture and Food Chemistry, 51(22): 6502-6504.
27. Olaimat AN, Holley RA. (2012). Factors influencing the microbial safety of fresh produce: a review. Food Microbiol., 32: 1-19.
28. Paez C.L.R., Reyes M.C.P., Aguilar C.H., Pacheco F.A.D., Martinez E.M., Orea, A.C., Bonilla J.L.L. (2011). Control of natural mycobiota in maize grains by ultraviolet (UVC) irradiation. Acta Agrophysica, 18(2): 375-388.
29. Prendes LP, Zachetti VGL, Pereyra A, A, Morata de Ambrosini VI, Ramirez ML. (2016). Water activity and temperature effects on growth and mycotoxin production by Alternaria strains isolated from Malbyec wine grapes. Journal of Applied Microbiology, 122: 481-492.
30. Syamaladevi RM, Tang J, Villa-Rjas R, Sablani S, Carter B, Campbell G. (2016). Influence of water activity on thermal resistance of microorganisms in low-moisture foods: A review Comprehensive Review in Food Science and Food Safety, 15: 353-370 .
31. Syrian Arab Standard and Metrology Organization. (SASMO). (2010). Good Irradiation practices Code to control of the micro organisms and the insect pest in the plant condiment and herbs and spices.3512/2010. ICS 17.240.
32. Vadivel V., and Janardhanan, K. (2004). The nutritional and anti-nutritional attributes of sword bean (Canavalia galadiata (Jacq) DC): An underutilized tribal pulse from south India. International Journal of Food science, 62: 917-926.
33. World Health Organization (WHO) (1989): Report of an ICGFI Consultation on Microbiological Criteria for Foods to be Further Processed including Irradiation. WHO/EHE/FOS/89.5. WHO, Geneva.
34. Zwietering MH, Jacxsens L, Membre JM, Nauta M, Peterz M. (2016). Relevance of microbial finished product testing in food safety management. Food Control, 60: 31-43.