

دراسة بعض الخواص الفيزيوكيميائية والميكروبية لسمك الكارب الفضي المجفف بالموجات الدقيقة Microwave

وسن كاظم عبدالرزاق التميمي

قسم علوم الاغذية - كلية الزراعة - جامعة البصرة، العراق (dr.wasanaltemimi@gmail.com)

المستخلص

اجريت عملية تجفيف لأسماك الكارب الفضي *Silver Carp Fish (Hypophthalmichthys molitrix)* الكاملة المنظفة باستعمال الموجات الدقيقة عند المستويات 100 و 300 و 500 واط، وضعت بعد التجفيف في اكراس من البولي اثيلين وسحب منها الهواء وخزنت بدرجة حرارة المختبر واجريت عليها الاختبارات في المدد الخزن 0 و 15 و 30 و 45 و 60 يوما. أكدت النتائج المتحصل عليها أن جميع المستويات (100 و 300 و 500 واط) سببت انخفاضا في نسبة الرطوبة بتقدم وقت التجفيف، وكان افضل وقت للتجفيف 30 و 25 و 20 دقيقة للمستويات اعلاه على التوالي، وظهر التركيب الكيميائي للأسماك المجففة انخفاضا في المحتوى الرطوبي وارتفاعا في نسبة البروتين والدهن والرماد بعد عملية التجفيف. ارتفعت نسبة الرطوبة خلال المدد الخزن 0 و 15 و 30 و 45 و 60 يوما، رافقها انخفاضا في كل من النسبة المئوية للبروتين والدهن لنفس المدد الخزن اعلاه، وظهرت الاسماك المجففة زيادة في قيمة حامض TBA و FFA بعد التجفيف وخلال المدد الخزن مقارنة بالأسماك الطازجة. اظهرت الاسماك المجففة انخفاضا في لو غار يتم الاعداد الكلية الميكروبية مقارنة بالاسماك الطازجة، اذ بلغت صفرا بعد التجفيف لتصل اقصاها عند المدة الخزن الاخيرة، في حين لم تتواجد بكتريا القولون والفطريات في الاسماك المجففة وطيلة مدة الخزن، ولوحظ وجود البكتريا المحللة للدهن بعد مرور 45 يوما والبكتريا المحللة للبروتين بعد 30 يوما من الخزن، لتصل اعدادها اللوغاريتمية اقصاها عند المدة الخزن الاخيرة البالغة 60 يوما.

الكلمات المفتاحية: سمك الكارب الفضي، تجفيف الاسماك، الموجات الدقيقة (الميكروويف).

المقدمة

تعد الاسماك ذات اهمية كبيرة في غذاء الانسان كونها تمثل مصدرا عالي البروتين، الا ان الاسماك الطازجة تكون سريعة التلف فضلا عن قصر العمر الخزن لها، اذ تبدأ عملية التلف لها بعد 12 ساعة من عملية الصيد لاسيما في الاجواء الدافئة (Adebowale وآخرون، 2008؛ Chukwu، 2009؛ Immaculate وآخرون، 2012؛ Darvishi وآخرون، 2013).

التجفيف هو عملية ازالة الرطوبة باستخدام درجات حرارية مختلفة من الاغذية شبه الصلبة او السائلة للحصول على منتجات منخفضة الرطوبة تقلل من النشاط الانزيمي والميكروبي فيها (Bala و Janjai، 2012؛ Bozaris، 2014). تجرى عملية التجفيف للعديد من المواد الغذائية بغية اطالة مدة حفظها او اختزال حجمها ووزنها فضلا عن كلفتها أثناء عمليات الشحن (Chou و Chua، 2001؛ Guo-Chen، 2004). استعمل التجفيف الشمسي في الاماكن المفتوحة بشكل واسع كونها عملية سهلة وغير مكلفة، الا ان هذه العملية يصاحبها الكثير من المشاكل منها الانخفاض في نوعية المنتج بسبب التلوث، ولا يمكن التجفيف في الاجواء الممطرة، وكذلك لا يمكن السيطرة على عملية التجفيف فضلا عن احتياجها الى مساحات واسعة (Immaculate وآخرون، 2012؛ Darvishi وآخرون، 2013).

اتجه الباحثون في العقود الاخيرة الى ادخال بعض تقنيات التجفيف الحديثة واحداها التجفيف بمساعدة الموجات الدقيقة Microwave، وهي موجات كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية (2.45 GHz) لها القدرة على اختراق المادة الغذائية والاسماك لغاية 8 ملم، إذ تعمل على تحويل الطاقة الى حرارة في المادة الغذائية

(ThEP Center، 2009؛ Kumar وآخرون، 2015). وقد اشار Drouzas وآخرون (1999) ان عملية التجفيف بالموجات الدقيقة تحسن نوعية المنتج من خلال سرعة التجفيف وازالة الرطوبة من المنتج دون تعرضه الى درجات حرارية عالية.

نظرا لكثرة استهلاك الاسماك المجففة والمملحة في العراق لاسيما في المناطق الجنوبية باستعمالهم طرائق بدائية تسبب تلوثها وقد ينجم عن ذلك العديد من الحالات المرضية للمستهلك، لذا هدف هذا البحث الى دراسة امكانية تجفيف الاسماك باستخدام تقنية الموجات الدقيقة ودراسة الصفات النوعية والمحتوى الميكروبي للمنتج النهائي خلال مدد خزنية مختلفة.

المواد وطرائق البحث

المواد

تم الحصول على اسماك الكارب الفضي *Silver Carp (Hypophthalmichthys molitrix)* من احد مربي الاسماك في محافظة البصرة بوزن 1253 ± 3.41 غم وبطول 30.2 ± 1.5 سم، ونقلت مباشرة بعد الصيد في حاويات مبردة الى المختبر، غسلت وفتحت من جهة الظهر وازيلت الاحشاء الداخلية والغلاصم وتركت لمدة نصف ساعة لإزالة اكبر قدر ممكن من الرطوبة، جففت الاسماك كاملة باستعمال جهاز الموجات الدقيقة (بريطاني المنشأ) وبثلاثة مستويات (100 و 300 و 500 واط)، فتم عمل فتحات في اعلى الجهاز للسماح بخروج الرطوبة الناتجة عن التجفيف، بعد اكمال التجفيف وضعت الاسماك المجففة في اكياس من البولي اثيلين وازيل عنها الهواء بالشفط وغلقت ثم وضعت في اكياس من البولي الاثيلين معتمة اللون وحفظت في درجة حرارة المختبر لحين اجراء الفحوصات المختبرية عليها.

الفحوصات النوعية

اجريت الفحوصات (الرطوبة والبروتين والدهن والرماد) للعينات الطازجة والمجففة في أثناء المدد الخزنية (0 و 15 و 30 و 45 و 60 يوما) بحسب الطريقة التي ذكرها Egan وآخرون (1988)، وقدرت النسبة المئوية للتشرب Rehydration بحسب الطريقة التي ذكرها Tein وآخرون (1999)، واتبعت الطريقة التي وصفها Egan وآخرون (1988) في تقدير قيمة رقم حامض الثايوباربيتوريك Thiobarbituric Acid (TBA) كدليل على مدى تحلل او تلف الدهن والاحماض الدهنية.

الاعداد المايكروبية

حضرت التخافيف العشرية لعينات السمك المجفف بحسب الطريقة التي ذكرها Diliello (1982)، وذلك بأخذ 11 غم من العينات في ظروف معقمة وخلطت مع 99 مل من محلول رنكر Ranger Solution المجهز من شركة BDH البريطانية وخلطت باستعمال خلاط زجاجي كهربائي معقم، ثم حضرت بقية التخافيف العشرية، وقدرت الاعداد الكلية البكتيرية باستعمال الوسط الزرعي Nutrient Agar المجهز من شركة Hi Media الهندية، والاعداد الكلية ليكتريا القولون باستعمال الوسط Mac Conky Agar المجهز من شركة LAB البريطانية وفقا للطريقة التي وصفها Andrews (1997)، اما البكتريا المحللة للدهن Lipolytic Bacteria فقدرت اعدادها بحسب الطريقة التي ذكرها Cempirkova وآخرون (2009) باستعمال الوسط الزرعي Tributyrin Agar والمجهز من شركة Oxoid البريطانية، وحُسبت المستعمرات المحاطة بمنطقة التحلل. قدرت اعداد البكتريا المحللة للبروتين بحسب الطريقة المذكورة من قبل Speck (1976) باستعمال الوسط Caseinate Agar Media المجهز من شركة Oxoid البريطانية وحُسبت المستعمرات المحاطة بمنطقة تحلل، وقدرت اعداد الفطريات (الخمائر والاعفان) باستعمال الوسط Potato Dextrose Agar (PDA) وبحسب الطريقة التي ذكرها Harrigan و MacCane (1976).

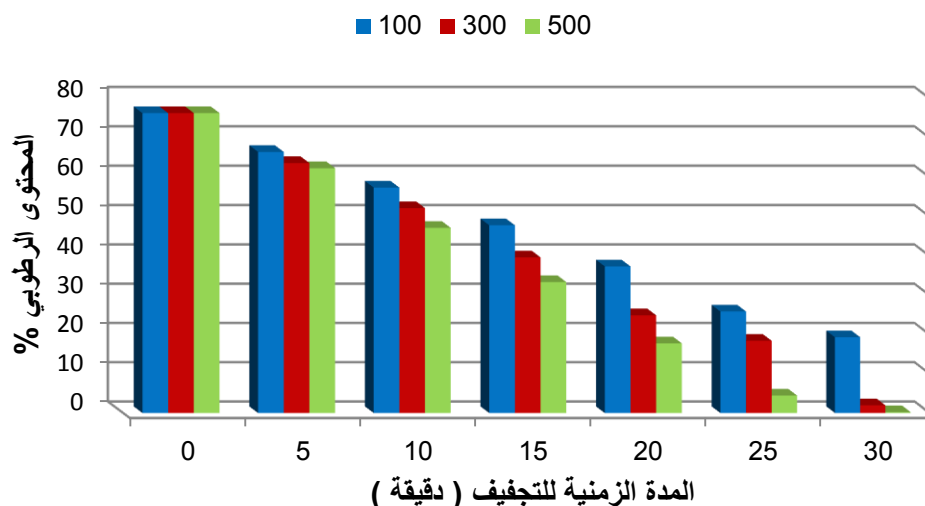
التحليل الاحصائي

حللت النتائج باستعمال برنامج التحليل الاحصائي الجاهز (SPSS (2012).

النتائج والمناقشة**تحديد افضل مدة للتجفيف**

يُظهر الشكل 1 تأثير الموجات الدقيقة عند المستويات 100 و 300 و 500 واط المستعملة لتجفيف سمك الكارب الفضي وتأثيرها في المحتوى الرطوبي للأسماك المجففة لمدة زمنية 0 و 5 و 10 و 15 و 20 و 25 و 30 دقيقة، إذ انخفض المحتوى الرطوبي تدريجياً في جميع المستويات مع تقدم مدة التجفيف، فعند المستوى 100 واط انخفضت الرطوبة من 76.3% في الأسماك الطازجة لتصل الى 19.314% عند المدة الزمنية 30 دقيقة، في حين اعطت المدة الزمنية نفسها في المستوى 300 واط محتوى رطوبي بلغ 1.967% واعطى المستوى 500 واط محتوى رطوبي بلغ 0.213% عند المدة الزمنية 30 دقيقة، وقد يعزى سبب التباين في المحتوى الرطوبي عند المستويات اعلاه خلال المدد المستعملة في التجفيف الى ان الماء الموجود في المادة الغذائية له القدرة على امتصاص الاشعة الكهرومغناطيسية التي مصدرها جهاز الموجات الدقيقة مسبباً تأين جزيئات الماء وزيادة الحركة ونجم عن هذه الحركة احتكاكاً مؤدياً الى توليد طاقة حرارية تعمل على زيادة الضغط البخاري داخل المادة الغذائية التي تعمل على تبخر الرطوبة من المادة الغذائية، وبزيادة مستويات الطاقة سيسبب ذلك في زيادة الحركة الاهتزازية للجزيئات ومن ثم زيادة الحرارة والضغط البخاري للمادة الغذائية وبالتالي اختزال وقت التجفيف، فضلاً عن ذلك تمتاز الموجات الدقيقة باختراق المادة الغذائية مما يسبب تسخين المادة الغذائية من الداخل والخارج في ان واحد عكس عملية التجفيف في الاجهزة الاخرى والتي تبدأ بالتسخين باتجاه واحد من الطبقة السطحية باتجاه المركز مما قد ينجم عن ذلك حصول الجفاف السطحي لاسيما عند التجفيف الشمسي، وهذا ما اكده Vaid (2008).

اما السرعة التي حصل فيها تجفيف اسماك الكارب الفضي مقارنة بالطرائق الاخرى التي استعملها الباحثون والتي قد تستغرق ساعات او اياماً وبظروف معينة قد يعزى الى ان الموجات الدقيقة نتيجة لاختراقها المادة الغذائية وتحولها الى طاقة حرارية عند امتصاصها من قبل الماء فانه يولد ضغطاً بخارياً عالياً يتسبب في تبخر الرطوبة بشكل اسرع مقارنة بطرائق التجفيف الاخرى، وهذا ما اكدته عدد من الدراسات، فقد وجد Rozainee و Ng (2001) انخفاض وقت التجفيف لأسماك الجري Cat Fish بمقدار 75% عند استعمال اجهزة الموجات الدقيقة مقارنة بالتجفيف بالهواء الساخن، أما Sousa وآخرون (2004) فقد لاحظوا ان زيادة طاقة الموجات الدقيقة خلال عملية التجفيف يزيد من معدل التجفيف ويقلل الوقت اللازم للتجفيف واستمرار التعرض لها دون السيطرة عليها تسبب في خفض الرطوبة بشكل كبير او قد ينجم عنه تفحم المادة المراد تجفيفها، وأكد Kumar (2015) ان التجفيف بمساعدة الموجات الدقيقة يسبب اختزال الوقت وتحسين المنتج فضلاً عن المرونة في انتاج مجموعة واسعة من المنتجات المجففة مقارنة بالطرائق التقليدية، وبين Tulsidas (1994) ان التجفيف بمساعدة الموجات الدقيقة لا يختزل الوقت اللازم للتجفيف فحسب بل يقل استهلاك الطاقة ويخفض الاحياء المجهرية المسببة للتلف، ووجد Duan وآخرون (2010) اختزال الوقت اللازم لتجفيف شرائح سمك Tilapia باستعمال الموجات الدقيقة (200-600 واط) مقارنة بشرائح السمك المجففة بالهواء الساخن، علماً ان كلتا الطريقتين ادت الى اختزال وقت التجفيف. واستناداً إلى الشكل 1 اعتمدت الأسماك المجففة في المستويات 100 و 300 و 500 واط مدد التجفيف 30 و 25 و 20 دقيقة على التوالي في اكمال الدراسة واجراء الفحوصات النوعية والتغيرات التي تطرأ على هذه الأسماك خلال المدد الخزن المختلفة.



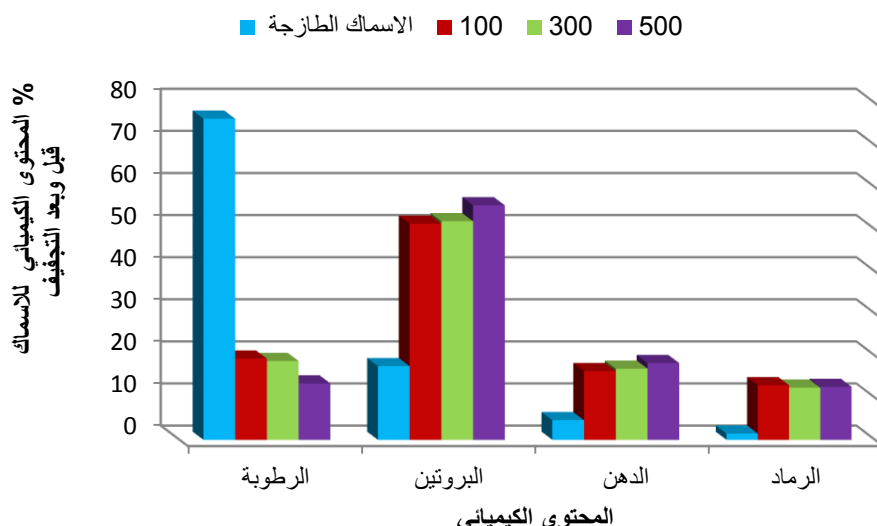
الشكل 1. المحتوى الرطوبي لأسماك الكارب الفضي المجففة بالموجات الدقيقة عند المستويات (100 و 300 و 500) واط خلال المدد الزمنية (0 و 5 و 10 و 15 و 20 و 25 و 30) دقيقة

المحتوى الكيميائي لسماك الكارب الفضي

المحتوى الكيميائي لسماك الكارب الفضي الطازج والمجفف

يوضح الشكل 2 المحتوى الكيميائي لسماك الكارب الفضي الطازج بعد تجفيفه باستعمال الموجات الدقيقة عند مستويات من الطاقة هي 100 و 300 و 500 واط، فقد بينت النتائج ان التركيب الكيميائي لسماك الكارب الفضي الطازج بلغ 76.3 و 17.5 و 4.68 و 1.5% لكل من الرطوبة والبروتين والدهن والرماد على التوالي، ليحصل اختزال في الرطوبة مع ارتفاع في بقية المكونات الاخرى في الاسماك المجففة لتصل الى (19.314 و 51.356 و 16.34 و 12.98)% و (18.74 و 51.94 و 16.914 و 12.401)% و (13.41 و 55.73 و 18.244 و 12.596)% لمكونات الاسماك المجففة عند المستويات من الطاقة التي تمت عليها عملية التجفيف بمساعدة الموجات الدقيقة السابقة الذكر على التوالي، ولوحظ من خلال الشكل اعلاه انخفاض كبير في رطوبة الاسماك المجففة مقارنة بالطازجة في حين ارتفعت بقية المكونات الاخرى وبتفوق البروتين على بقية المكونات الاخرى (الدهن والرماد).

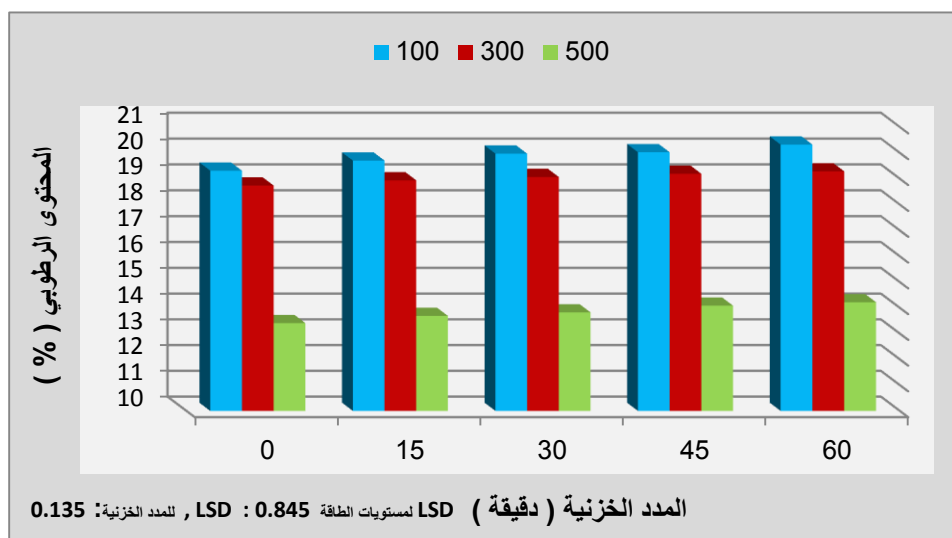
اتفقت النتائج مع عدد من الدراسات، اذ وجد Immaculate وآخرون (2012) انخفاضاً في المحتوى الرطوبي للأسماك الطازجة بعد عملية التجفيف مع ارتفاع في نسبة البروتين والدهن والرماد في الاسماك المجففة مقارنة باسمك السردين الطازجة عند تجفيفها شمسياً او باستعمال الهواء الساخن، ولاحظ Telahigue وآخرون (2014) انخفاضاً في رطوبة خيار البحر الطازج بعد تجفيفه باستعمال الفرن الكهربائي واستمر الانخفاض بالرطوبة مع تقدم وقت التجفيف مع زيادة في البروتين والدهن والرماد. وانخفضت رطوبة اسمك الجري Cat Fish الطازجة بعد التجفيف لتصل الى 15.62% بعد ان كانت 71.8% عند استعمال التجفيف الكهربائي اما البروتين والدهن والرماد فقد ارتفعت لتصل 67.21 و 29.60 و 3.62% على التوالي، بعد ان كانت 19.51 و 14.28 و 3.06% في الاسماك الجري الطازجة على التوالي (Shaba و Chukwu، 2009)، ووجد الشطي وآخرون (2014) انخفاضاً في محتوى أسمك الكارب الطازجة الرطوبي بعد عملية التجفيف الشمسي الطبيعي وبالفرن الكهربائي لتصل الى 32.35 و 22.85% على التوالي، بعد ان كانت 79.50% وكان مقدار الانخفاض في التجفيف الكهربائي اعلى مقارنة بالتجفيف الشمسي، ولاحظ أيضاً حصول ارتفاع في نسبة كل من البروتين والدهن والرماد ولكلا طريقتي التجفيف مقارنة بنسبتها في الاسماك الطازجة.



الشكل 2. المحتوى الكيميائي لأسماك الكارب الفضي الطازجة والمجففة بالموجات الدقيقة

المحتوى الرطوبي

يُظهر الشكل 3 المحتوى الرطوبي لأسماك الكارب الفضي المجففة بالمستويات المذكورة انفا خلال المدد الخزنية 0 و 15 و 30 و 45 و 60 يوما، اذ لوحظ حصول ارتفاع تدريجي للمحتوى الرطوبي لجميع المستويات بتقدم المدد الخزنية، اذ اعطت المدة صفرا 19.314 و 18.74 و 13.41 % عند المستويات 100 و 300 و 500 واط على التوالي، لتصل عند اعلى مستوى لها من الرطوبة عند المدة الخزنية الاخيرة فبلغت 20.324 و 19.288 و 14.221 % على التوالي، وأشارت نتائج التحليل الاحصائي إلى وجود فروق معنوية لكل من مستويات الطاقة المستعملة في التجفيف مع تقدم المدة الخزنية عند $P < 0.01$.



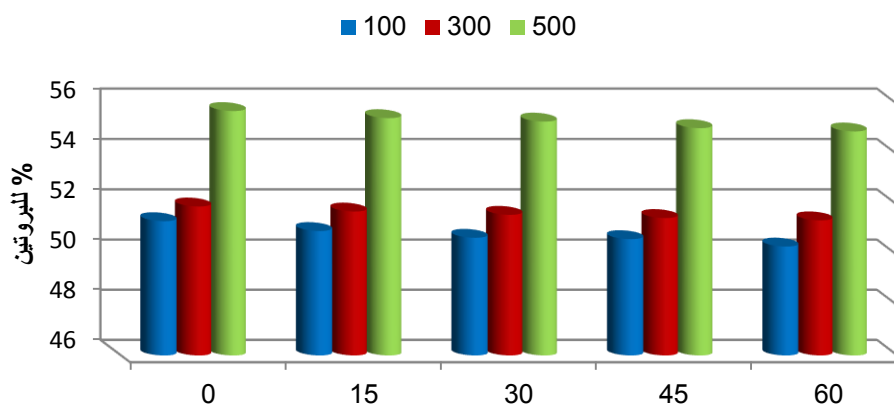
الشكل 3. النسبة المئوية للرطوبة في أسماك الكارب الفضي المجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزنية مختلفة

قد يعزى سبب الارتفاع النسبي في المحتوى الرطوبي بتقدم المدة الخزنية الى تباين تأثير طاقة التجفيف في البروتين وحدوث الدنترة للبروتينات والتي تمنع من استعادة صفة مسك الماء، اذ اظهرت العينات المعاملة بالطاقة 100 و 300 واط اكثر امتصاصا للماء مقارنة بالمعاملة 500 واط، وانفقت هذه النتائج مع الشطي واخرون (2014) اذ لاحظ حصول انخفاض في المحتوى الرطوبي لأسماك الكارب الطازجة والبالغة 79.50% لتصل الى 22.85% عند تجفيفها بالفرن الكهربائي، وأشار Chukwu (2009) الى

حصول انخفاض في المحتوى الرطوبي في الاسماك المجففة بمقدار 10 – 60 % اعتمادا على زمن ودرجة حرارة التجفيف وطريقة التجفيف المستعملة، اذ انخفضت نسبة رطوبة اسماك Tilapia Fish من 70.15% لتصل الى 17.13% عند تجفيفها شمسيا، ولاحظ Telahigue وآخرون (2014) حصول انخفاض تدريجي في المحتوى الرطوبي لخيار البحر عند تجفيفه كهربائيا، وتوصل الى وجود علاقة عكسية بين المحتوى الرطوبي بتقدم الوقت ودرجات الحرارة المستعملة في التجفيف، وأشاروا الى حصول اقصى انخفاض للرطوبة للأسماك المجففة عند المدة الاخيرة البالغة 350 دقيقة من التجفيف.

المحتوى البروتيني

يبين الشكل 4 النسبة المئوية للبروتين في الاسماك المجففة قيد الدراسة بمساعدة الموجات الدقيقة بالمستويات 100 و 300 و 500 واط خلال المدد الخزن المذكورة انفا، وقد ارتفعت النسبة المئوية للبروتين معنويا عند $P < 0.01$ لجميع المستويات فبلغت 51.356 و 51.94 و 55.73 % عند المدة صفر يوما مقارنة بنسبته في الاسماك الطازجة (الشكل 2)، وقد يعزى سبب الارتفاع في نسبة البروتين الى الاختزال في المحتوى الرطوبي أثناء عملية التجفيف التي اثرت في جميع المكونات الاخرى كالدهن والرماد. واتفقت هذه النتائج مع Ninawe و athnakumar (2008) اذ لاحظا زيادة معنوية في تركيز البروتين لسماك الجري المجفف مقارنة بالسمك الطازج، وأشاروا الى ان نسبة البروتين لا تفقد خلال عملية التجفيف بل ترتفع بسبب خفض المحتوى الرطوبي للأسماك المجففة. واكد Wu و Mau (2008) حصول زيادة في نسبة البروتين خلال عملية تجفيف اسماك الكارب العشبي بمساعدة الموجات الدقيقة والهواء الساخن وعلل هذه الزيادة الى الرطوبة التي ازيلت من الاسماك الطازجة أثناء عملية التجفيف التي سببت زيادة المكونات الاخرى، وبين Vaid (2008) ان المعاملات الحرارية لا تسبب دنثرة البروتين فحسب بل يمكنها تحطيم البروتينات والبيبتيدات ومثبط الانزيمات ومثبط الفيتامينات وغيرها من المواد ذات الطبيعة السامة في الغذاء، ووجد Shaba و Ckukwu (2009) ارتفاعا في نسبة البروتين من 19.51% في اسماك الجري الطازجة لتصل الى 67.21% عند تجفيفها بالفرن الكهربائي وأشار الى ان التجفيف باستعمال الفرن الكهربائي من الممكن ان يحسن نوعية البروتين.



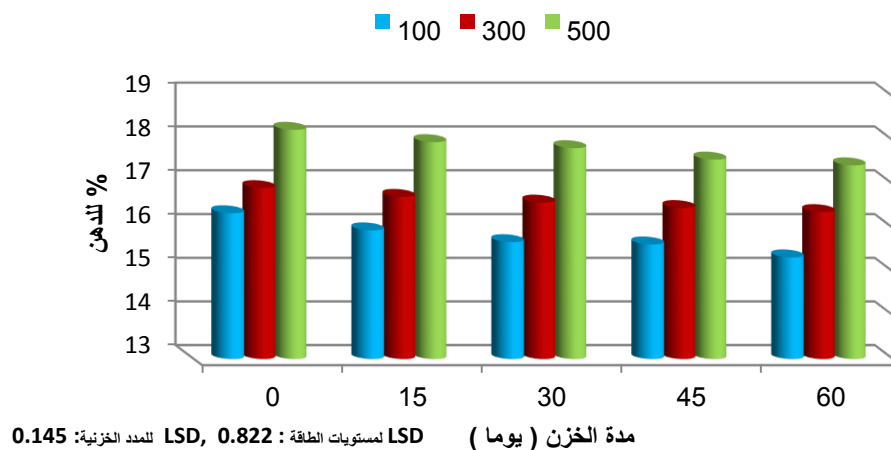
مدة الخزن (يوما) LSD لمستويات الطاقة : 0.828 LSD و للمدد الخزن : 0.179

الشكل 4. النسبة المئوية للبروتين في أسماك الكارب الفضي المجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزن مختلفة

وبينت نتائج الدراسة الحالية انخفاضاً معنوياً عند نفس المستوى في النسبة المئوية للبروتين بتقدم المدد الخزن لتصل اقصى انخفاض عند المدة الخزن 60 يوماً، اذ اعطت المستويات المذكورة انفا نسبة بروتين بلغت 50.346 و 51.389 و 54.919% على التوالي، وقد عزى سبب الانخفاض في نسبة البروتين الى الزيادة الحاصلة في النسبة للرطوبة بتقدم المدد الخزن والتي قد اثرت في تراكيز بقية المكونات.

النسبة المئوية للدهن

بينت نتائج الدراسة ارتفاعا معنويا عند $p < 0.01$ في النسبة المئوية للدهن في اسماك الكارب الفضي الطازجة بعد التجفيف عند المستويات 100 و 300 و 500 واط اذ بلغت 16.34 و 16.914 و 18.244% على التوالي، الشكل 5، وقد يعزى سبب الارتفاع في نسبة الدهن للأسماك المستعملة في الدراسة الى السرعة في عملية التجفيف من خلال قدرة الموجات الدقيقة الى اختراق المادة الغذائية وتوليدها لحرارة مسببة في احداث ضغطا بخاريا عاليا مؤديا الى تبخر الرطوبة وزيادة في نسبة الدهون بعد التجفيف.



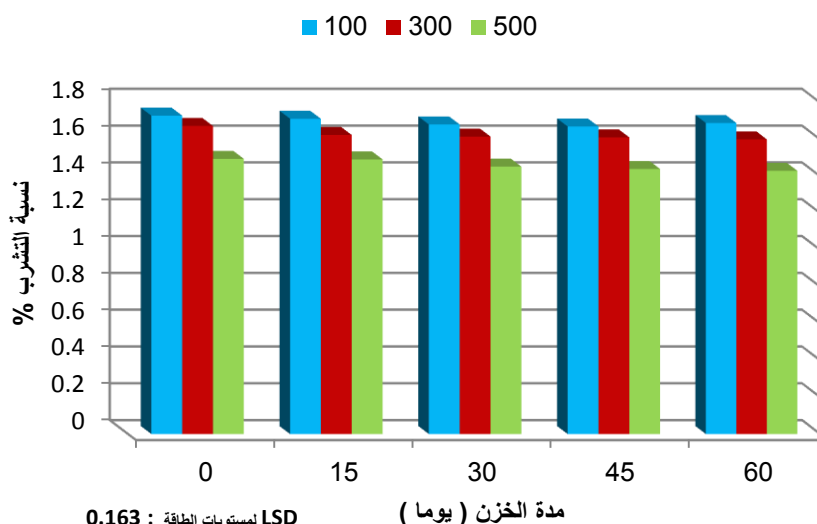
الشكل 5. النسبة المئوية للدهن في أسماك الكارب الفضي المجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزنية مختلفة

اظهرت المدد الخزنية انخفاضاً معنوياً عند المستوى $P < 0.01$ في النسبة المئوية لدهن الاسماك بتقديم مدد الخزن، اذ اظهرت المدة الاخيرة اقصى انخفاض فبلغت نسبة الدهن 15.33 و 16.366 و 17.433% وللمستويات اعلاه على التوالي. وقد يعزى سبب الانخفاض في المحتوى الدهني الى قابلية الاسماك المجففة في امتصاص الرطوبة من الجو التي اثرت بصورة مباشرة على التركيب الكيميائي للأسماك، وأشارت عدد من الدراسات الى ارتفاع النسبة المئوية للدهن للأسماك بعد عملية التجفيف نتيجة لإزالة الرطوبة منها، فقد لاحظ Shaba و Chukwu (2009) حصول زيادة معنوية في نسبة الدهن لاسماك الجري المجففة باستعمال الفرن الكهربائي اذ ارتفعت من 14.28% في الاسماك الطازجة لتصل 29.66% في الاسماك المجففة، اما Immaculate و اخرون (2012) فقد وجدوا انخفاضاً في المحتوى الدهني خلال عملية التجفيف مقارنة بالأسماك الطازجة وقد عزوا ذلك الى عملية التبخر للرطوبة والدهون خلال التجفيف، وأشار Chukwu و Shaba (2009) الى ان التجفيف بالفرن الكهربائي اظهر انخفاضاً قليلاً في الدهون بسبب التبخر مع زيادة في المحتوى البروتيني مقارنة بالأسماك المجففة بالتدخين، ولاحظ Telahigue و اخرون (2014) ان الدهون والاحماض الدهنية الموجودة في اسماك Hake والسردين تتأثر بالتجفيف الشمسي بشكل كبير مقارنة بالتجفيف بالفرن الكهربائي، ووجد الشطي و اخرون (2014) ان النسبة المئوية للدهن في اسماك الكارب الطازجة كانت 3.47% لتصل عند التجفيف باستعمال الفرن الكهربائي بدون اضافة الملح الى 19.96% في حين بلغت 16.82% عند تجفيفها شمسيا بصورة طبيعية.

نسبة التشرب

يوضح الشكل 6 نسبة التشرب لاسماك الكارب الفضي المجففة بمستويات 100 و 300 و 500 واط ومدى تأثرها بتقديم المدد الخزنية المستعملة في الدراسة، اذ لوحظ حصول انخفاض معنوي عند المستوى $P < 0.01$ في نسبة التشرب بارتفاع مستوى الطاقة المستعملة فبلغت 1.73 و 1.674 و 1.495% عند المدة

صفر يوما للمستويات اعلاه على التوالي، وقد عزي سبب الانخفاض في نسبة التشرب بارتفاع الطاقة المستعملة في التجفيف لاحتمالية تاثر البروتين نتيجة لعملية الدنترة مما يؤدي الى تاثر قابلية حمل الماء للبروتين، وهذا ما بينه Chukwu (2009) اذ اشار الى ان عمليات التجفيف تسبب في احداث تغيرات فيزيائية وكيميائية، منها: تاثر الاواصر التساهمية او تفاعلات ميلارد أو يمكن ان تحسن القابلية الهضمية للبروتين، وكانت الاسماك المجففة بمساعدة الموجات الدقيقة اقل تاثرا مقارنة بالطرق التجفيف الاخرى، ولم يلاحظ وجود تغيرات معنوية في نسبة التشرب بتقدم المدد التخزينية ولجميع المستويات.



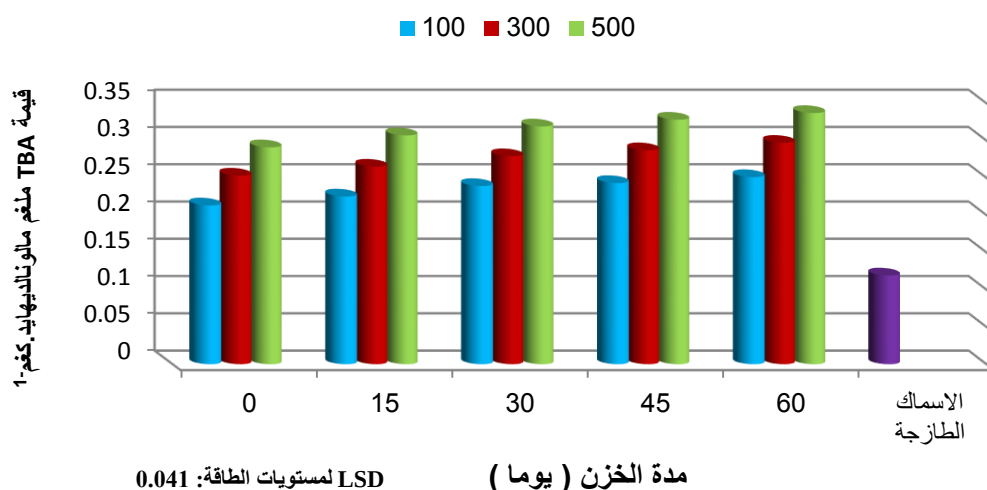
الشكل 6. النسبة المئوية لتشرب أسماك الكارب الفضي المجففة بالموجات الدقيقة عند مدد تخزينية مختلفة

اما سبب الارتفاع في نسبة التشرب للأسماك المجففة بمساعدة الموجات الدقيقة مقارنة بطرق التجفيف الاخرى فقد يعزى الى ان الاشعة الكهرومغناطيسية تخترق المادة الغذائية بجميع الاتجاهات مولدة حرارة من الداخل والخارج في آن واحد وضغطا بخاريا عاليا ينجم عنه تبخر الرطوبة بشكل سريع تاركة فراغات بين الجزيئات تسمح بتغلغل الماء خلال عملية التشرب ولا يرافق هذه العملية تكون التصلب السطحي مقارنة بالطرائق الشمسية والتي يكون انتقال الحرارة فيها من السطح الى المركز التي تسبب في حصول ظاهرة التصلب السطحي مما تعيق عملية تبخر الرطوبة وتغلغل الماء خلال عملية التشرب، وقد اشار Krokida وMorinos-Kouris (2003) الى ان اعادة التشرب تتأثر بمجموعة من العوامل منها التنظيم الخلوي والهيكلية ومسامية التركيب والخواص الميكانيكية للمادة المجففة فضلا عن طريقة التجفيف، وجاءت النتائج اعلى مما توصل اليه الشطي وآخرون (2014) اذ بلغت نسبة التشرب لأسماك الكارب المجففة بالفرن الكهربائي غير المملحة 1.349% في حين انخفضت بالتجفيف الشمس الطبيعي الى 1.3004%.

قيمة حامض الثايوباربيتورك

يبين الشكل 7 قيمة رقم حامض الثايوباربيتورك لسمك الكارب الفضي الطازج والمجفف بمستويات الطاقة 100 و300 و500 واط والخزن بدرجة حرارة المختبر لمدد 0 و15 و30 و45 و60 يوما، تظهر النتائج ارتفاعا معنويا عند المستوى $P < 0.01$ في قيمة الحامض بعد عملية التجفيف لجميع المستويات لتصل عند المدة صفر يوما 0.213 و0.233 و0.291 ملغم مالونالديهايد كغم⁻¹ سمك للمستويات اعلاه على التوالي، مقارنة بالاسماك الطازجة والتي بلغت 0.119 ملغم مالونالديهايد كغم⁻¹ سمك، وقد يعزى سبب الارتفاع في قيمة TBA الى ارتفاع نسبة الدهن النسبي بعد عملية التجفيف والتي تؤدي الى زيادة نواتج

تكسر الدهون او الاحماض الدهنية بعد التجفيف لقلة الرطوبة لاسيما غير المشبعة مكونة الديهايدات وكيثونات، ولوحظ زيادة تدريجية في قيمة الحامض بتقدم المدد الخزنه وفي جميع المستويات لتصل الى اقصاها عن المدة الخزنه الاخير اذ بلغت 0.251 و 0.297 و 0.337 ملغم مالونالديهايد كغم⁻¹ سمك، وكانت هذه الزيادة غير معنوية عند المستوى اعلاه. وقد يعزى سبب ذلك الى انخفاض الرطوبة النسبي وارتفاع نسبة الدهن والاحماض الدنية لاسيما غير المشبعة منها، وقد يعزى سبب الارتفاع الطفيف في قيمة TBA الى السرعة التي تمت فيها عملية التجفيف التي استغرق دقائق مقارنة بالطرق الشمسية او بالفرن الكهربائي او الهواء الساخن والتي تحتاج الى ايام او ساعات لتجفيف المادة الغذائية فضلا عن ازالة الهواء من الاكياس خلال تعبئة الاسماك المجففة، وهذا ما اكده كل من Pastoriza وآخرون (1998) و Gimenez وآخرون (2002) اذ لاحظوا وجود فروق معنوية في قيمة TBA بين الاسماك المجففة والمخزونة في ظروف مفرغة من الهواء وبين الاسماك المجففة والمعبئة في عبوات تحتوي على اوكسجين، وأشاروا الى ان قيمة الحامض ترتفع بزيادة تركيز الاوكسجين، واكد أيضا Selmi وآخرون (2010) والشطي وآخرون (2014) ان قيمة TBA تتأثر معنويا بطريقة التجفيف، اذ لاحظوا ان قيمة الحامض ترتفع عند التجفيف الشمسي عنه بالتجفيف بالفرن الكهربائي او عند استعمال الهواء الساخن.

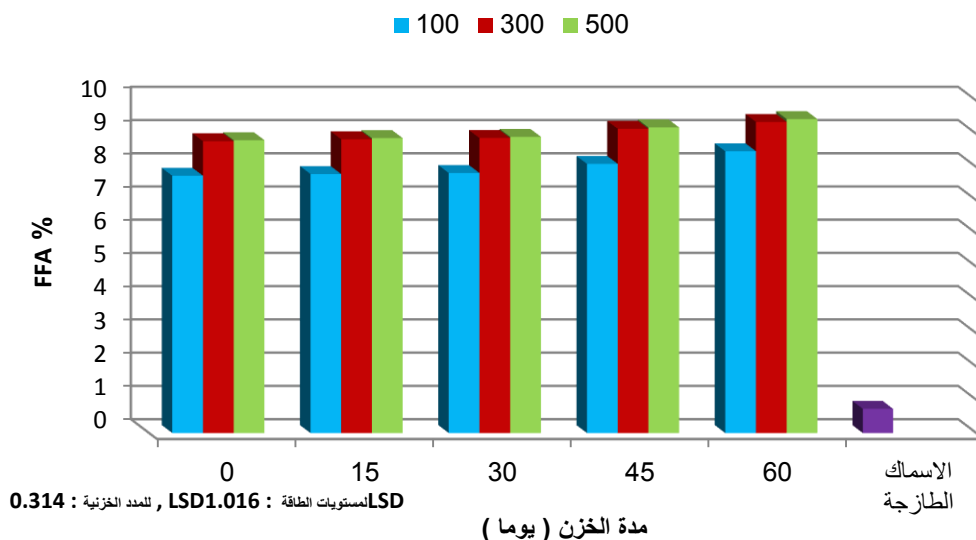


الشكل 7. قيمة حامض TBA لأسماك الكارب الفضي المجففة بمساعدة الموجات الدقيقة عند مدد خزنه مختلفة

الاحماض الدهنية الحرة

أشارت عدد من الدراسات الى ارتفاع قيمة الاحماض الدهنية الحرة Free Fatty Acid FFA بفعل التلف الناتج من الاحياء المجهرية (Huss, 1998)، اما Farid وآخرون (2014) فأشاروا الى ان التغيرات التي تحصل في قيمة FFA هي نتيجة تغيرات كيميائية وميكروبية، وهذا ما تم ملاحظته من خلال دراستنا والموضحة في الشكل 8 الذي يبين محتوى الاسماك الطازجة والمجففة بمساعدة الموجات الدقيقة، فبلغت قيمة FFA في الاسماك الطازجة 0.727% لتصل الى 7.741 و 8.779 و 8.811% بعد عملية التجفيف لمستويات الطاقة المستعملة في الدراسة على التوالي، وكانت هذه الزيادة معنوية عند المستوى $P < 0.01$ ، وقد يعزى سبب هذه الزيادة الى عملية التجفيف التي سببت ازالة الرطوبة وتركيز الاحماض الدهنية الحرة او تكسر الدهون نتيجة الحرارة العالية، وقد يعزى سبب المحتوى الواطئ من FFA مقارنة بقيمتها في الاسماك المجففة بالطرائق الاخرى الى سرعة عملية التجفيف في الطريقة الحالية مقارنة بالطرائق الاخرى، فقد وجد الشطي وآخرون (2014) ان محتوى اسماك الكارب الطازجة من FFA بلغت 6.732

لتصل الى 13.621 و 15.392 % عند تجفيفها بالفرن الكهربائي والتجفيف الشمسي الطبيعي على التوالي. اما Farid وآخرون (2014) فقد وجدوا ان قيمة FFA في اسماك Taki و Shoal الطازجة كانت 0.5 و 0.6 % على التوالي لتصل الى 1.8 و 2.3 % على التوالي بعد التجفيف، لترتفع عند نهاية المدة الخزن لتصل الى 12.2 و 10.5 % عند نهاية مدة الخزن البالغة خمسة اشهر معللا ذلك الى حصول تغيرات كيميائية وميكروبية في الاسماك أثناء مدة الخزن، وذكر Turan وآخرون (2007) ان تعرض الاحماض الدهنية غير المشبعة الى المعاملات الحرارية أثناء التجفيف ينجم عنه حصول الاكسدة لها ومن ثم تكسرها وتحرير الاحماض الدهنية الحرة.



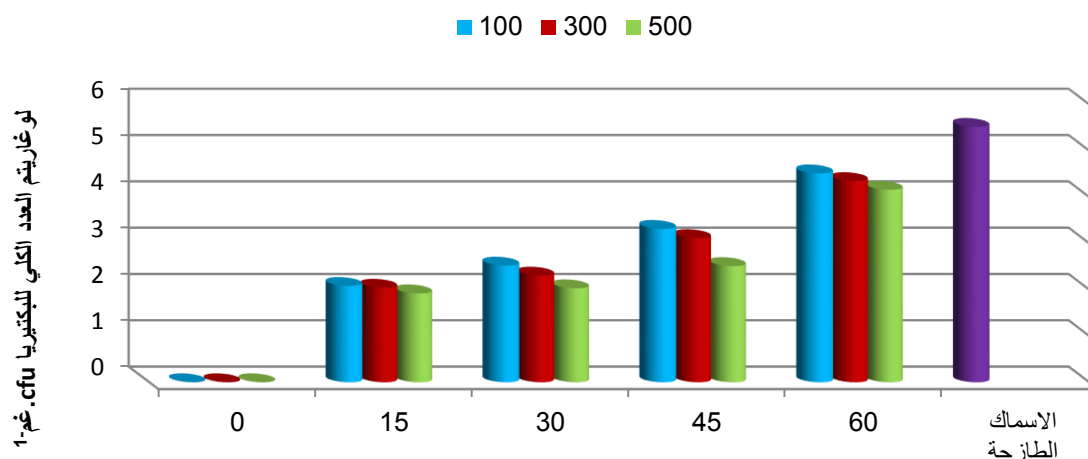
الشكل 8. النسبة المئوية للاحماض الدهنية الحرة في أسماك الكارب الفضي المجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزن مختلفة

بينت دراستنا الحالية ارتفاعا معنويا عند $P < 0.01$ في قيم FFA بتقدم المدد الخزن لتصل الى اقصاها عند المدة 60 يوما فبلغت 8.478 و 9.3619.446 % للمستويات التي تم بها التجفيف على التوالي، وقد يعزى سبب الارتفاع لاسيما في المديتين 45 و 60 يوما الى استمرار نشاط انزيم اللايباز وزيادة تركيزه بسبب التجفيف فضلا عن نمو ونشاط البكتريا المحللة للدهون كما مبينة في الشكل 10 والتي بدورها تقوم بافراز انزيم اللايباز والفوسفولايباز مؤديا الى هدم الكليسيريدات ونتاج الاحماض الدهنية الحرة، وهذا ما اكده Huss (1998) ان المستوى العالي من الاحماض الدهنية الحرة يشير الى فعالية الاحياء المجهرية وهذا ما اشار اليه Immaculate وآخرون (2012) من خلال تجفيف السردين شمسيا، اذ علل سبب الارتفاع في قيمة FFA الى التلف الميكروبي.

العدد الكلي للبكتريا

يبين الشكل 9 لوغاريتم الاعداد الكلية البكتيرية في اسماك الكارب الفضي المجففة بثلاثة مستويات (100 و 300 و 500 واط) والمخزنة بدرجة حرارة المختبر لمدة 0 و 15 و 30 و 45 و 60 يوما، فقد اظهرت نتائج مستويات الطاقة المستعملة في التجفيف عدم وجود اية اعداد بكتيرية عند المدة صفر بعد ان كان لوغاريتم اعدادها في الاسماك الطازجة cfu 5.523 غم⁻¹ سمك، لترتفع معنويا عند المدة 15 يوما فبلغت اعدادها اللوغاريتمية 2.079 و 2.041 و 1.92 cfu غم⁻¹ سمك لتصل هذه الاعداد اقصاها عند المدة 60 يوما من الخزن فبلغت 4.511 و 4.344 و 4.157 cfu غم⁻¹ سمك. واطهرت الاعداد اللوغاريتمية لبكتريا

القولون الكلية انخفاضا حادا في الاسماك الطازجة من $1.397 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$ سمك الى الصفر بعد التجفيف لتستمر دون تغيير حتى نهاية مدة الخزن. أما الفطريات فلم نلاحظ وجوداً لها سواء في الاسماك الطازجة او المجففة ولمستويات التجفيف والمدد الخزن المذكرة انفا. وقد يعزى سبب الانخفاض في الاعداد اللوغاريتمية البكتيرية الكلية وبكتريا القولون الى الصفر وذلك لقدرة الاشعة الكهرومغناطيسية من اختراق المادة الغذائية بمستويات مختلفة، فعند امتصاص هذه الاشعة من قبل الجزيئات المائية الموجود في المادة المراد تجفيفها او في الاحياء المجهرية مسببة تولد حركة اهتزازية ينتج عنها احتكاكا بين الجزيئات ينتج عنها حرارة عالية وضغط بخاري عالٍ كفيلة بالقضاء على كل انواع الاحياء المجهرية ويسبب الدنترة او انفجارها.



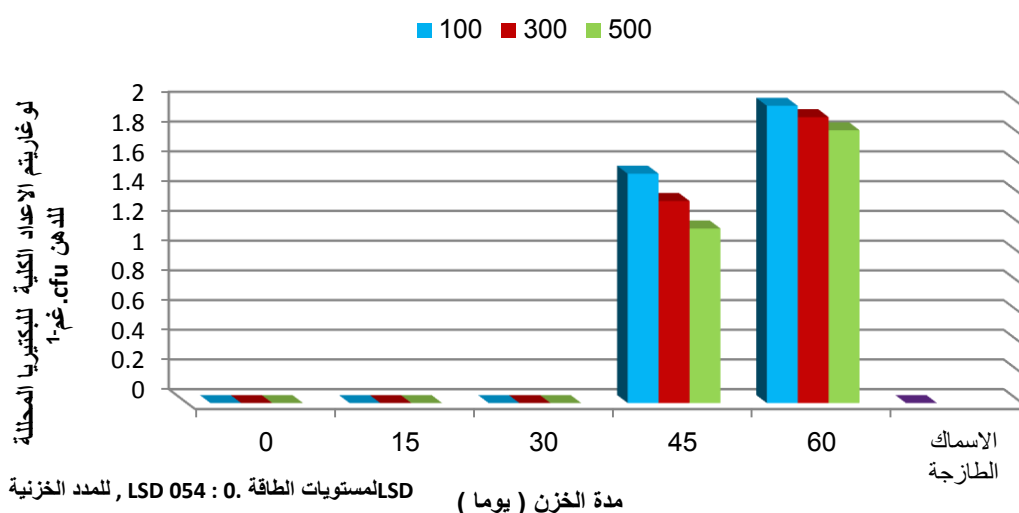
0.270 LSD للمستويات الطاقة : 0.124 LSD للمدد الخزنية: 0.270

الشكل 9. لوغاريتم العدد الكلي للبكتيريا في أسماك الكارب الفضي الطازج والمجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزنية مختلفة

اما الزيادة الطفيفة في الاعداد اللوغاريتمية الكلية بتقدم المدد الخزنية فقد يعزى الى حدوث تلوث للاسماك بعد التجفيف والتغليف والخزن، وكذلك احتمال نمو الاحياء المجهرية المحبة والمقاومة للحرارة وحدوث صدمة لبكتريا القولون والمحبة للبرودة اثناء عملية التجفيف ادت الى القضاء عليها. اتفقت هذه النتائج مع Al-Reza وآخرون (2015) اذ لاحظوا ان الاعداد البكتيرية الكلية لسمك Chela المجففة بلغت بعد 0 يوما من الخزن بدرجة حرارة المختبر $5.20 \times 10^4 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$ سمك لتبلغ $7.34 \times 10^4 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$ بعد مرور 60 يوما من الخزن، في حين ارتفعت الاعداد الكلية للفطريات لتصل إلى $4.31 \times 10^2 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$ بعد مرور 30 يوما وتصل الى $6.80 \times 10^2 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$ بعد مرور 60 يوما، ولم يلاحظ وجود لبكتريا القولون. وأشار Farid وآخرون (2014) ان اختزال الرطوبة في الاسماك المجففة الى 25% لا يمكن البكتريا من النمو وبالتالي حصول اختزال في النشاط التحليلي. ويؤدي اختزال الرطوبة بحدود 15% الى منع نمو الاعفان وهذا ما اكده Gandotra وآخرون (2012). ومن خلال دراسة مقارنة اجراها Immaculate وآخرون (2012) لتجفيف اسماك السردين بالطرائق الشمسية الطبيعية وبالمجفف الشمسي Solar Dryer، وجد ان الاعداد البكتيرية والفطرية في الاسماك الطازجة والمجففة شمسيا بصورة طبيعية كانت كبيرة في حين غابت هذه الاعداد عند استعمال المجفف الشمسي، ولاحظ وجود بكتريا *E. coli* في الاسماك المجففة طبيعيا وغابت هذه الاعداد في الاسماك المجففة بالمجفف الشمسي Solar Dryer، وبين احد الباحثين ان العمليات التصنيعية الجيدة والممارسات الامنة خلال عملية التجفيف تحد بشكل كبير من الاعداد البكتيرية

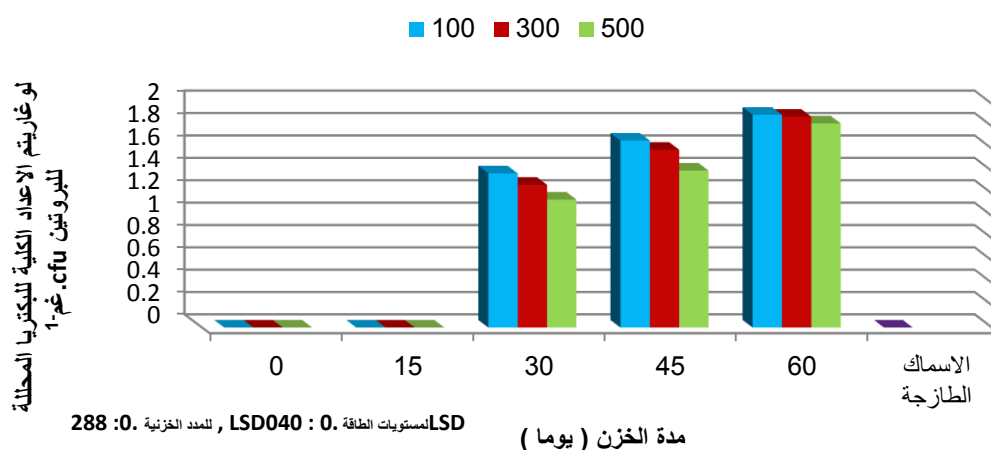
(Rillo وآخرون، 1998). واتفقت هذه النتائج أيضا مع ما توصل اليه الشطي وآخرون (2014) إذ لاحظوا حصول انخفاض في الاعداد البكتيرية الكلية في الاسماك الطازجة من $10^3 \times 10$ cfu غم⁻¹ لتصل في الاسماك المجففة شمسيا بصورة طبيعية وبالفرن الكهربائي إلى $10^3 \times 6$ و $10^2 \times 32$ cfu غم⁻¹ على التوالي، في حين بلغت الاعداد الكلية للاعفان والخمائر في اسماك الكارب الطازجة $10^2 \times 2$ و 10×4 cfu غم⁻¹ على التوالي، لتصل اعدادها في التجفيف الشمسي الطبيعي 10×10 و 10×3 cfu غم⁻¹ وانخفضت عند التجفيف بالفرن الكهربائي لتصل الى 10×3 و 10×1 cfu غم⁻¹ على التوالي. وبين Bala و Janjai (2012) ان عملية التجفيف هي ازالة الرطوبة الى المستويات الامنة والتي تجعل من المنتج امنا من النشاط الانزيمي والاحياء المجهرية.

يظهر الشكل 10 الاعداد اللوغاريتمية للبكتريا المحللة للدهن لسماك الكارب الفضي الطازج والمجفف بالموجات الدقيقة عند المستويات 100 و 300 و 500 واط التي خزنت بدرجة حرارة المختبر للمدد 0 و 15 و 30 و 45 و 60 يوما، فقد بينت النتائج عدم وجود البكتريا اعلاه في الاسماك الطازجة واستمر غياب هذه البكتريا بتقدم المدد الخزن حتى المدة الخزن 45 يوما لترتفع اعدادها اللوغاريتمية إلى 1.361 و 1.544 و 1.176 و 1.836 cfu غم⁻¹، واستمرت في الزيادة حتى المدة 60 يوما لتصل اعدادها اللوغاريتمية إلى 2.121 و 1.924 و 1.836 cfu غم⁻¹ وكان مقدار الزيادة 0.577 و 0.563 و 0.66 cfu غم⁻¹ دورة لوغاريتمية للمستويات اعلاه على التوالي، ولم يلاحظ وجود البكتريا المحللة للبروتين في الاسماك الطازجة لتصل اعدادها اللوغاريتمية بعد التجفيف والخزن إلى 1.380 و 1.278 و 1.146 cfu غم⁻¹ عند المدة الخزن 30 يوما والمستويات الطاقة المذكورة انفا (الشكل 11)، واستمرت بالزيادة بتقدم المدة الخزن لتصل الى اقصاها عند المدة الخزن الاخيرة اذ بلغت 1.903 و 1.886 و 1.826 cfu غم⁻¹ لمستويات الطاقة المذكورة انفا على التوالي، وكان مقدار الزيادة 0.523 و 0.608 و 0.68 cfu غم⁻¹ دورة لوغاريتمية. وقد يُعزى سبب الزيادة في الاعداد اللوغاريتمية البكتيرية خلال المدد الخزن لمحتوى الاسماك العالي من الدهن والبروتين والتي رافقها زيادة تدريجية في المحتوى الرطوبي خلال تقدم المدد الخزن التي ادت الى زيادة في نشاط هذه البكتريا ونموها.



الشكل 10. لوغاريتم الاعداد الكلية للبكتريا المحللة للدهن في أسماك الكارب الفضي الطازج والمجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزن مختلفة

كانت نتائج الدراسة اقل مما توصل اليه Nooralabettu (2011) اذ لاحظ الاعداد اللوغاريتمية للبكتريا المحللة للبروتين والدهن في اسماك *Harpadon nehereus* Bombay Duck في المرحلة الاولى من التجفيف بعد مرور 12 ساعة من التجفيف الاولى بلغت 3.2 و 3 cfu غم⁻¹ سمك مجفف، وبين ان عدم التأخير في العمليات التصنيعية لتجفيف الاسماك يخفض بشكل فعال انتشار الاحياء المجهرية المسببة للتلف فضلا عن العوامل المرتبطة بالتغيرات الكيميوحيوية والحسية للاسماك المجففة، وبين Eyo (2001) ان خفض النشاط المائي في الاسماك المجففة يؤدي الى في اطالة العمر الخزن لها وتكون بمأمن من الفطريات والبكتريا والانزيمات، ووجد Hood وآخرون (1983) ان المحتوى الميكروبي يزداد بتقدم العمر الخزن وارتفاع درجة حرارة الخزن معلا ذلك الى الزيادة في النشاط المائي للاسماك المجففة أثناء الخزن.



الشكل 11. لوغاريتم الاعداد الكلية للبكتيريا المحللة للبروتين في أسماك الكارب الفضي الطازج والمجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزنية مختلفة

الاستنتاجات

من خلال الاختبارات التي اجريت على اسماك الكارب الفضي المجففة بمستويات من الموجات الدقيقة 100 و 300 و 500 واط لوحظ ان ارتفاع مستوى الطاقة المستعمل سبب اختزال الوقت اللازم للتجفيف وكان ذلك على حساب نوعية المنتج، وظهرت الطاقة 100 و 300 واط افضل النتائج مقارنة بالطاقة 500 واط، وعليه يمكن الاستنتاج بإمكانية الحصول على اسماك مجففة آمنة للمستهلك من الناحية الكيميائية والميكروبية وبوقت يمكن اعتباره قياسي مقارنة بالطرق التقليدية او باستعمال الفرن الاعيادي.

المصادر

الشطي، صباح مالك حبيب وعبد الرضا عاتي جعفر وأسعد رحمان سعيد الحلفي. 2014. دراسة الخواص الكيميائية والميكروبية لأسماك الكارب *Cyprinus carpio* المجففة بمجفف يعمل بالطاقة الشمسية تحت التفريغ المصنع محليا (الجزء الثاني). مجلة جامعة ذي قار للبحوث الزراعية، 3(1): 341 – 358.

Adebowale, B. A., L. Dongo, C. Jayeola and S. Orisajo. 2008. Comparative quality assessment of fish (*Clarias gariepinus*) smoked with cocoa pod husk and three other different smoking materials. *J. Food Technol.*, 6: 5-8.

Al-Reza, S., S. Karmaker, M. Hasan, S. Roy, R. Hoque and N. Rahman. 2015. Effect of traditional fish processing methods on the proximate and <http://www.agriculmag.uodiyala.edu.iq/>

- microbiological characteristics of *Laubuka dadiburjori* during storage at room temperature. *J. Fisheries and Aquatic Sci.*, 10(4): 232-243.
- Andrews, W. 1997. Manuals of Food Quality Control, 4. Microbiological analysis. FAO Food and Drug administration, *Washington, DC, USA*.
- Bozari, I. S. 2014. Seafood Processing Technology, Quality and Safety: 1st. edition, John Wiley & Sons, Ltd. West Sussex, UK.
- Cempirkova, R., M. Magda and T. Jan. 2009. Counts of psychrotrophic lipolytic bacteria in cow's raw milk samples from the aspect of technological quality. *J. Agrobiology*, 26(2): 113-121.
- Chou, S. K. and K. Chua. 2001. New hybrid drying technologies for heat sensitive foodstuffs. *Trends in Food Science and Technology* 10: 359-369.
- Chukwu, O. 2009. Influences of drying methods on nutritional Properties of Tilapia fish (*Oreochromis niloticus*). *World J. Agric. Sci.*, 5: 256-258.
- Chukwu, O. and I. Shaba. 2009. Effects of drying methods on proximate composition of catfish (*Clarias gariepinus*). *World J. Agric. Sci.*, 5(1): 114-116.
- Darvishi, H., M. Azadbakht, A. Rezaeiasl and A. Farhang. 2013. Drying characteristics of sardine fish dried with microwave heating. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.*, 12: 121-127.
- Diliello, L. R. 1982. Methods in Food and Dairy Microbiology. *Avi. Publishing Company Inc. USA* p. 142.
- Drouzas, A. E., E. Tsami and G. Saravacos. 1999. Microwave vacuum drying of model fruit gels. *J. Food Engin.*, 39: 117-122.
- Duan, Z. H., L. Jiang, J. Wang, X. Yu and T. Wang. 2010. Drying and quality characteristics of Tilapia fish fillets dried with hot air-microwave heating. *Food and Bioproducts processing*, 89(4): 472-476.
- Egan, H., R. Kirk and R. Sawyer. 1988. Pearson chemical analysis of food. 8thEd. *Longman Scientific and technical, Uk*.
- Eyo, A. A. 2001. Fish processing technology in the tropics. National Institute for Freshwater Fisheries Research. University of Ilorin Press. Pp.: 10-70.
- Farid, F. B., G. Latifa, M. Nahid and M. Begum. 2014. Effects of salting on the shelf lifes extension of sun-dried shoal (*Channa striatus* Bloch, 1801) and taki (*C. punctatus*; Bloch, 1793) fish-products stored at room temperature (27°C – 30°C). *Inter. J. Multidisciplinary Res. Develop.*, 1(7): 42-47.
- Gandotra, R., M. Koul, S. Gupta and S. Sharma. 2012. Change in proximate composition and microbial count by low temperature preservation in fish muscle of *Labeo rohita* (Ham-Buch). *IOSR J. Pharm. Biol. Sci.*, 2: 13-17.
- <http://www.agriculmag.uodiyala.edu.iq/>

- Gimenez, B., P. Roncales and J. Beltran. 2002. Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *J. Sci. Food Agric.*, 82: 1154–1159.
- Guo-chen, Z. 2004. Study on heat pump dried shrimp and fish cake. M.Sc. Thesis, Dalian Fisheries University, Iceland.
- Harrigan, W. F. and E. McCance. 1976. Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology. 5th Ed. Academic. Press. London.
- Hood, M. A., G. Ness, G. Roderick and N. Blake. 1983. Effects of storage on microbial loads of two commercially important shellfish species, *Crassostrea virginica* and *Mercenaria campechiensis*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 45: 1221-1228.
- Huss, H. H. 1998. Fresh fish quality and quality changes. A training manual prepared for the FAO / DANIDA Training programme on fish technology and Quality control. *FAO Fisheries Series*, 29: 27 - 59.
- Immaculate, J., P. Sinduja and P. Jamila. 2012. Biochemical and microbial qualities of *Sardinella fimbriata* sun dried in different methods. *J. Intern. Food Res.*, 19(4): 1699-1703.
- Janjai, S. and B. Bala. 2012. Solar drying technology. *Food Engineering Reviews*, 4: 16–54.
- Karathanos, V. T., S. A. Anglea, and M. Karel. 1996. Structure collapse of plant materials during freeze drying. *J. Thermal Analysis*, 46: 1541–1551.
- Krokida, M. K. and D. Morinos-Kouris. 2003. Rehydration kinetics of dehydrated products. *J. Food Eng.*, 57:1-7.
- Kumar, Y. 2015. Application of microwave in food drying. *IJESTA*, 1(6): 9-24.
- Ninawe, A. S. and K. Rathnakumar. 2008. Fish Processing Technology and Product Development, Impact of Curing. 1st Edition (5): 142.
- Nooralabettu, K. P. 2011. Effect of pre-drying holding on quality of final dried Bombay duck (*Harpodon neherius*). *J. Marine Sci. Tech.*, 19(4): 331-340.
- Pastoriza, L., G. Sampedro, J. Herrera and M. Cabo. 1998. Influence of sodium chloride and modified atmosphere packaging on microbiological, chemical and sensorial properties in ice storage of slices of hake (*Merluccius merluccius*). *Food Chemistry*, 61: 23–28.
- Rillo, B. O., R. Magal, M. Migual and M. Diloy. 1998. Microbiological quality of dried salted mackerel (*Rastrelliger branchyosomus*), In: Maneepun, S., P. Varangoon and B. Pithakpol (Editors), Food Science and Technology Industrial Developments, Institute of Food Research and Products Developments, Bangkok.

- Rozainee, T. M. and P. Ng. 2010. Microwave assisted hot air convective dehydration of fish slice: drying characteristics, energy aspect and color. World Engineering Congress 2010, August 2–5, 2010. Kuching, Sarawak, Malaysia Conference on Advanced Processes and Materials.
- Selmi, S., N. Bouriga, M. Cherif, M. Toujani and M. Trabelsi. 2010. Effects of drying process on biochemical and microbiological quality of silverside (fish) *Atherina lagunae*. *J. Intern. Food Sci. and Techno.*, 45: 1161–1168.
- Sousa, W. A., J. Marsaioli and M. Rodrigues. 2004. Optimizing a microwave assisted banana drying process. In: Silva, M. A. and Rocha, S.C.S. (Eds.), *Proceedings of the 14th International Drying Symposium. Sao Paulo, Brazil, Vol. C*, 1938–1945.
- Speck N. L. 1976. Compendium of Methods for the Examination of Foods. APHA Washington DC USA.
- SPSS. 2012. Statistical packages of social sciences. Version (21). USA.
- Tein, M. L., D. Timothy and H. Christine. 1999. Physical and sensory properties of vacuum microwave dehydrated shrimp. *J. Aquatic Food Product Technol.*, 8(4): 41-53.
- Telahigue, K., T. Hajji, R. Imen, O. Sahbi and M. El Cafsi. 2014. Effects of drying methods on the chemical composition of the sea cucumber *Holothuria forskali*. *J. Food Sci.*, 8: 1-8.
- ThEP: Thailand center of excellence in physics. 2009. Microwave drying technology for agricultural products. *Walailak Univ., Thailand*.
- Tulsidas, T. N. 1994. Combined convective and microwave drying of grapes. Ph.D. Thesis, Departmental of Agriculture Engineering, McGill University, Canada.
- Turan, H., G. Sonmez, M. Celic and M. Yalcin. 2007. Effects of different salting process on the storage quality of Mediterranean Muscle (*Mystus Galloprovincialis* L. 1819). *J. Muscle Foods*, 18: 380-390.
- Vaid, B. M. 2008. A Study on nutrient profile and sensory characteristics of foods cooked by conventional methods, "Microwave cooking and solar cooking". Ph.D. Thesis Saurashtra University, India.
- Wu, T. and L. Mao. 2008. Influences of hot air drying and microwave drying on nutritional and odorous properties of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets. *J. Food Chem.*, 110: 647–653.

STUDYING OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES AND MICROBIAL CONTENT FOR DRIED FISH BY MICROWAVE

Wasan K. AbdulRazzaq Al-Temimi

dr.wasanaltemimi@gmail.com

Dept., of Food Sci., College of Agric., University of Basrah, Iraq

ABSTRACT

Silver carp fish was dried using microwave at the different levels (100, 300 and 500) watt. The dried fishes were preserved in polyethylene bags after removal of air using vacuum and stored at LAB temperature. Analytical tests and microbial content was carried out for these samples at the durations of storage (0, 15, 30, 45 and 60) days. The results were obtained as follows:-

All levels of microwaves power showed decreased in moisture content with progress of the drying time. The chemical composition for treatment showed decrease in moisture and increase in percentage of protein, lipid and ash after drying of fish. The moisture content was increased during the durations of storage (0, 15, 30, 45 and 60) days, accompanied by a decline in each of the percentage of protein and fat at the same storage durations. The results showed increasing in TBA and FFA during duration of storage compared to fresh fish. Dried fish was showed decline in the total microbial content after the drying to reach zero, then it was increased gradually to reaching maximum number at the end of storage period compared to fresh fish. While coliform bacteria and fungi were absent in dried fish for all durations of storage. Lipolytic and proteolytic bacteria found after (45 and 30) days from duration of storage respectively, to reach its maximum limit at the end of storage period 60 days.

Key Words: Silver carp fish, Microwave, Drying fish.