

تأثير استخدام زيت بذور الكتان مصدرا لأحماض Omega-3 كبديل جزئي لدهن الحليب في الخواص الكيميائية والفيزيائية للمثلجات القشدية

يعلى عبد الستار العدواني
قسم علوم الاغذية / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل – العراق
سمية خلف بدوي
E-mail: hla_ohla@yahoo.com

الخلاصة

شملت الدراسة بيان تأثير استخدام زيت بذور الكتان مصدرا لأحماض Omega-3 الدهنية في صناعة المثلجات اللبنية بوصفه بديلا جزئيا من دهن الحليب عند تحضير المثلجات. وقد تم تصنيع معاملتين من المثلجات اللبنية بنسب استبدال (1.5، 2.5، 5، 7.5%)، إحداهما مضاف إليها زيت كتان مدعم بفيتامين E كمانع للأكسدة والأخرى غير مدعمة بالفيتامين، وبينت النتائج ارتفاع خاصية الانصهار بزيادة نسب الاستبدال، في حين انخفض الريع والزوجة النسبية بزيادة نسب الاستبدال مقارنة مع عينة المقارنة، ولوحظ انخفاض في نسبة الكولسترول في حين زادت قيمة البيروكسيد والحموضة أثناء فترات الخزن البالغة يوما واحدا و (7 و 14) يوما، ونالت المعاملات المدعمة ب-Omega-3 درجات تقييم حسي اقل من عينة المقارنة ولكن كان هناك تفضيل للنموذج المدعم بفيتامين E.

الكلمات الدالة: المثلجات اللبنية، Omega-3، زيت الكتان، الكولسترول، رقم البيروكسيد، حامض الفا- لينولينك.

تاريخ تسلم البحث: 2012/7/9 ، وقبوله: 2013/3/24.

المقدمة

المثلجات اللبنية منتج غذائي مبستر ومثلج يحضر مزيجه من منتجات الألبان كالحليب الكامل والحليب الفرز ومواد التحلية الطبيعية ويمكن إضافة المصنعات والنكهات والملونات والمواد المثبتة والمواد الاستحلاب المصروح بها صحيا لتعطيه قواما ناعما عند الخلط والتجميد (سليم، 1986). أما بذور الكتان (*Linum Usitatatissimum*) فقد استخدمت غذاء للإنسان وعلفا للحيوان في مناطق مختلفة من أوروبا والشرق الأوسط منذ آلاف السنين، وقد تمت زراعتها أيضا لكثير من الاستخدامات الصناعية مثل الألياف، والزيت وإنتاج المواد الكيميائية التي تعتمد على حامض اللينولينيك (Daun وآخرون، 2003)، والذي يشكل 52% من مجموع الأحماض الدهنية، وهو من الحوامض الأساسية التي لا يستطيع الجسم تكوينها مما يجعل بذور الكتان محصولا زيتيا فريدا من نوعه لإنتاج الزيت وكذلك لإدراجه في الأغذية. (Chung وآخرون، 2005)، إذ أشارت الدراسات التي أجريت على بذور الكتان إلى أن استهلاكها خاما أو منزوعة الدهن يمكن أن يكون مفيدا لصحة الإنسان، إذ يعزز أداء وظائف الكلى في بعض المرضى، وقد توافرت أدلة على إمكانية استخدام بذور الكتان كمكونات صحية في حماية القلب والأوعية الدموية (Mazza و Oomah، 2000) وفي الأونة الأخيرة ازداد الاهتمام بإدراج بذور الكتان أو مكوناتها في عدد من المنتجات المطورة للأغذية الصحية بما فيها القشور والزيت والكاربوهيدرات (Dick و Yang، 1995)، وتعد الأحماض الدهنية الأساسية من المغذيات الوظيفية التي لها تأثير مفيد فسلجيا، لأنها تحسن الصحة و/ أو تخفف من مخاطر الأمراض المزمنة، فضلا عن توفيرها للتغذية أيضا (Yeung)

و Laquatra، 2003). وهناك أنواع من ال-Omega-3 (Omega-3) وأهم أنواعه (ALA) Alpha linolenic acid ويتوافر في بذور الكتان، و Omega-6 وأهم أنواعه حامض (LA) Linoleic acid ويتوافر في السمسم وعباد الشمس وزيت بذور العنب، و Omega-9 وأهم أنواعه حامض Oleic acid وينتج بشكل طبيعي في الجسم، وأحماض Omega-3 معرضة للأكسدة نظرا للروابط الثنائية في تركيب جزيئته وأكسدة الدهن هو رد فعل الجذور الحرة التي يمكن ان تتحفر بالضوء والحرارة والمعادن. وإضافة المواد المضادة للأكسدة مثل التوكوفيرول و Lipoic acid تسهم في الحفاظ عليها من التأكسد. وتختلف الكميات الموصى بها من أحماض Omega-3 على مصدر التوصية، فمنظمة الصحة العالمية (WHO) توصي بـ800 حتى 1100 ملغم /يوم، بينما جمعية القلب الأمريكية (AHA) توصي بـ1.5-3 غم /يوم من ALA (Anonymous، 2008)، وهذا مما جعل مصنعي الأغذية يأخذون بنظر الاعتبار أهمية هذه الأحماض الدهنية وضرورة توفيرها للمستهلك بشكل يضمن استساغة عالية للمنتج الغذائي المضاف له. ونظرا لمحدودية الدراسات التي أجريت حول تصنيع (مثلجات لبنية) مدعمة ب-Omega-3 هدفت هذه الدراسة إلى تصنيع مثلجات لبنية مستبدل فيها دهن الحليب بزيت تحتوي كل منها على زيت الكتان ودراسة تأثير هذا الاستبدال على الصفات الكيميائية والفيزيائية والحسية للمثلجات اللبنية الناتجة.

مواد البحث وطرقه

تم تصنيع مثلجات لبنية استبدل فيها دهن الحليب جزئيا في الخلطة الذي يشكل 7% من وزن المخلوط بزيت الكتان وذلك بأربع معاملات. فقد تم إنتاج أنموذجين من كل معاملة، أنموذج مضاف له زيت كتان محتو على فيتامين E بنسبة (100 جزء بالمليون) بالإضافة إلى ما موجود أصلا بالزيت والنموذج الثاني من زيت الكتان غير المضاف له فيتامين E

وينسب استبدال 1.5، 2.5، 5، 7.5 %، تم إضافة زيت الكتان على أساس انه يحتوي 60% من حامض ALA كما ذكر بالعديد من المصادر منها (Morris، 2003)، وكما موضح في الجدول رقم (1).

الجدول (1): أوزان المكونات الداخلة في تصنيع 1 كغم من خليط المثجات المستبدل بها الدهن بـ Omega-3 المضاف إليه فيتامين E وغير المضاف.

Table (1): Weights of the components involved in the manufacture of 1 kg of ice cream mixture fortified with Omega-3 with Vitamin E and without Vitamin E .

% نسب الاستبدال Replacement ratios %				عينة المقارنة/غم Control	المكونات/غم Components/gm
7.5	5	2.5	1.5		
238	250	266	271.6	280	قشدة 25% دهن Cream
56.7	56.7	56.7	56.7	56.7	حليب فرز مجفف Skim Milk Powder
549.8	541.3	528.8	524.6	518.3	حليب فرز طازج Skim Fresh Milk
10.5	7	3.5	2.1	----	زيت الكتان Flaxseed Oil
140	140	140	140	140	سكر Sugar
5	5	5	5	5	مثبت Stabilizer
1000	1000	1000	1000	1000	المجموع Total

أولاً- الخامات والأجهزة المستخدمة في تصنيع المثجات:

- 1. زيت بذور الكتان:** استخدمت بذور الكتان النوع البني صنف (المها) من الأسواق المحلية لمدينة الموصل ولغرض استخلاص الزيت منه تم عصره بواسطة المكبس الهيدروليكي التابع لشركة عماد للزيوت. وتمت تعبئته بقتاني معتمة بعد تقسيمه على قسمين أحدهما أضيف له الفيتامين (التوكوفيرول) بنسبة (100 جزء بالمليون) والقسم الآخر لم يضاف له الفيتامين (التوكوفيرول). وخزنت القناني بالتجميد -18م° لحين الاستعمال.
- 2. الحليب الفرز:** استخدم حليب فرز مجفف من إنتاج شركة Sant martin Belle Roche الفرنسية علامة ريجليه معبأ بعلب معدنية زنة العلبة الواحدة 700 غم تم الحصول عليه من الأسواق المحلية.
- 3. المثبت:** استعملت المادة المثبتة Carboxyl Methyl Cellulose (CMC) بالعلامة التجارية Akzonobel نوع Mycell 500 الهولندية المنشأ.
- 4. السكر:** استعمل السكر المتوافر في الأسواق المحلية وبنقاوة عالية.
- 5. العبوات:** استعملت العبوات البلاستيكية ذات الغطاء المحكم الغلق سعة 100 مل من الأسواق المحلية.
- 6. جهاز التجميد الأولي:** استخدام جهاز التجميد على دفعات نوع Ott Freezer Swiss CH 3360.
- 7. جهاز الفرز:** استخدام الفراز الكهربائي 3AETPOCENAPATOP الروسي المنشأ.
- 8. الحليب:** استخدم حليب الأبقار للحلبة الصباحية من مزارع كلية الزراعة/ جامعة الموصل. تم قياس مكونات الحليب في مركز البحوث الكائن في منطقة الرشيدية بجهاز Eko Milk Analyzier Ultrasonic (البulgاري المنشأ).
- 9. العمل:** أجري العمل في معمل ومختبرات كلية الزراعة والغابات/جامعة الموصل.

ثانياً- طريقة التصنيع: بعد استلام الحليب أجريت عليه العمليات الآتية قبل البدء بتحضير الخلطة:

1. تصفية الحليب بواسطة شاش للتخلص من الشوائب.
2. تسخين الحليب إلى درجة 40م°.
3. الفرز بالفراز الكهربائي.
4. قياس نسبة الدهن في القشدة والحليب الفرز بطريقة كيربر.
5. عدلت نسبة الدهن في القشدة إلى 25% باستخدام مربع بيرسن.

تم حساب مكونات المخروط لنسب استبدال الدهن المختلفة باحتساب نسبة الدهن 7 % في المخروط والذي مصدره القشدة وزيت بذور الكتان ومصدر المواد الصلبة اللاذنية يكون الحليب الفرز المجفف والطازج، فضلاً عن القشدة

باستخدام المعادلات الرياضية الخاصة بذلك والموضحة في (سليم، 1986). علماً بأنه قد تم تقدير الدهن بالملخوط لكل نسبة استبدال للتأكد من صحة الاستبدال. وقد سخن الحليب إلى درجة 45 - 50 م° وأضيفت إليه كمية السكر المقدره بـ 14% بعد خلطه مع كمية المثبت وجميع المواد الجافة مع الخلط الجيد وكانت الإضافة بصورة تدريجية لتنام الذوبان واستمرار التحريك والتسخين حتى الوصول إلى درجة حرارة 83 م° ولمدة 15 ثانية، والتبريد ثم التعتيق في الثلاجة عند درجة 5 م° ± 2 لمدة 4 ساعات، وبعد التعتيق أضيف زيت بذور الكتان بحسب نسب الاستبدال مع المزج لضمان توزيع الزيت مع باقي المكونات، ثم تم التجميد الأولي الذي استغرق ما يقرب من 10-13 دقيقة و التعبئة بالعبوات البلاستيكية سعة 100 مل المحكمة الغلق، ثم نقلت للمجمدة لغرض التصليب في درجة حرارة -18 م° لحين التقييم وإجراء التقديرات الكيميائية والفيزيائية التي تكون عادةً بعد 24-48 ساعة وبثلاث مكررات، وتم تقدير الكولسترول ورقم البيروكسيد ورقم الحموضة، وتم التقييم الحسي في أثناء مدة الخزن، وهي (1، 7، 14) يوماً.

ثالثاً- التحاليل الكيميائية: تم استخلاص الدهن بطريقة ماجونير Mojonnier المحورة التي استخدمها (AL-Fayadh، 1973) للغرض نفسه واستخدم الدهن الناتج لتقدير الكولسترول وتقدير رقم البيروكسيد وقيمة الحموضة للدهن، إذ استخدم لتقدير الكولسترول الطريقة الواردة في الدراسة التي أجراها (Sabir وآخرون، 2003) لتقدير الكولسترول، أما قيمة البيروكسيد والحموضة فقد قدرت بحسب الطريقة المذكورة من قبل A.O.C.S (2009)، واستخدم لتشخيص الأحماض الدهنية جهاز التحليل الكراماتوكرافي الغاز السائل (GLC) من إنتاج شركة Hewlett-Packard من نوع (438 A)، في جامعة بغداد/كلية التربية للبنات/مختبر ابن سينا. واستعمل عمود معدني (Se/30) طوله (3 أمتار) وقطره (8/1) ملم وكان الطور السائل الثابت فيه هو مادة Diethylene Glycol Succinate (DEGS) بتركيز (15%) مع وجود المادة المدعمة Chromosorb W بقطر (80-100 Mesh)، ودرجة حرارة الفرن 100-300 م°، وبمعدل ارتفاع درجة حرارية مقدارها (10 م°). وكانت حرارة منطقة زرق العينة (300 م°) ودرجة حرارة الكاشف Detector (325 م°). والغاز الحامل هو الهليوم بمعدل سريان (30 مليلتر) لكل دقيقة واحدة، وحجم الأنموذج المستخدم (1 ميكروليتر) من الزيت المذاب بالهبتان. ولم يتغير من ظروف الاستخدام لتشخيص الأحماض الدهنية وأدواته وقياساته شيء في تقدير المركبات الفينولية الكلية ماعدا حرارة الفرن، فبلغت (125 م°)، وجعلت حرارة منطقة زرق العينة (200 م°)، وجعلت درجة حرارة الكاشف (250 م°). أما الجهاز المستخدم لتقدير فيتامين E في زيت الكتان فقد كان جهاز التحليل HPLC الياباني المنشأ من إنتاج شركة Shimadzu موديل (2010AHT)، واستعمل عمود (C-18) طوله (4.6×250 ملم)، واستخدم الطور الناقل اسيتونايتريل تركيزه 75% وماء مزال الأيونات 25% بمعدل جريان (1 مليلتر) لكل دقيقة، واستخدم الطول الموجي (254) نانو ميتر، وباستخدام كاشف UV-Vis وكان حجم الأنموذج المستخدم 25 ميكروليتر من الزيت المذاب بالهبتان، تمت عملية الاسترة مباشرة قبل زرق العينات في الاجهزة.

رابعاً- التحاليل الفيزيائية: احتسبت اللزوجة النسبية في المخاليط عند درجة حرارة 20م° كما ذكرها (Arbuckle، 1986)، أما نسبة الريع فقد حسبت على وفق ما أشار إليه (سليم، 1986)، وقدرت خاصية الانصهار بحسب الطريقة التي استخدمها (Buck وآخرون، 1986) و حسب حجم ما ينصهر من المنتج كل 30، 60، 90 دقيقة في درجة حرارة 20 م° من الحجم الأصلي للعينة.

خامساً- التقييم الحسي: استخدم جدول التقويم الحسي الذي اقترحه (سليم، 1986)، بوساطة فريق يتكون من 5-8 من أساتذة قسم علوم الأغذية/كلية الزراعة والغابات/جامعة الموصل إذ أعطيت صفة الطعم (50) درجة وصفة القوام والتركيب (30) درجة وصفة اللون (10) وصفة المظهر (10) درجة.

تم تحليل البيانات على وفق نظام التجارب العاملية باستخدام التصميم العشوائي الكامل Experiment Factorial Conducted in C.R.D. كما أورده (الراوي و خلف الله، 1980) واختبرت المتوسطات باختبار دنكن المتعدد المدى تحت مستوى احتمال 0.05 إذ استعمل برنامج SAS (2001) باستخدام الحاسوب لإجراء التحليل الإحصائي للبيانات (2001, Anonymans).

النتائج والمناقشة

1- نسبة الكولسترول: يبين الجدول (2) عدم وجود فروق معنوية بين معدلات المعاملتين المدعمتين بزيت الكتان المضاف إليه فيتامين E) وغير المضاف بعد مدد خزن (يوم، 14 يوماً) ولكن لوحظت فروق معنوية بين نسب الاستبدال بالمقارنة مع عينة المقارنة في أيام الخزن فقد بلغت عينة المقارنة في اليوم الأول (118.44 ملغم /100غم دهن) مقارنة بنسب الاستبدال التي انخفضت بزيادة نسب الاستبدال لتصل (111.14، 103.62، 94.54، 84.22 ملغم /100غم دهن) لنسب الاستبدال (1.5، 2.5، 5، 7.5%) على التوالي، وسبب هذا الانخفاض هو التناسب الطردي مع الزيادة الحاصلة في زيت الكتان المضاف. أما بالنسبة لليوم الرابع عشر فقد كانت عينة المقارنة (113.13 ملغم /100غم دهن) مقارنة بالمعاملات التي وصلت إلى (105.45، 97.82، 88.43، 78.13 ملغم /100غم دهن) لنسب الاستبدال (1.5، 2.5، 5، 7.5%) على التوالي. وسبب الانخفاض هو أكسدة الكولسترول في أثناء مدة الخزن، وهذه النتائج تتفق مع النتائج التي

وجدها (AL-Rowaily، 2008) فقد ذكر أن التخزين المبرد له تأثير معنوي في أكسدة الكولسترول، وقد عزا Herzallah (2005) انخفاض الكولسترول عند التخزين إلى أكسدته وتحوله إلى مركبات أخرى مثل 7-ketocholesterol.

الجدول (2): تأثير نسب استبدال الدهن بـ Omega-3 في الكولسترول للمنتج الطازج والمخزن لمدة 14 يوم.
Table (2): Effect of fat replacement ratios by Omega-3 in cholesterol of Fresh Storage For 14 days.

نوع المعاملة ملغم /100غم دهن Type of treatment mg/100g fat		% الاستبدال Replacement%	مدة الخزن Time of storage
بإضافة Vitamin E With Vitamin E	بدون إضافة Vitamin E Without Vitamin E		
118.44± 1.219a	118.44± 1.219a	المقارنة/Control	يوم واحد One day
111.41± 0.792c	111.14± 1.708c	1.5	
103.36± 0.231e	103.62±0.529e	2.5	
94.52± 0.485g	94.54± 0.546g	5	
84.60± 0.415i	84.22± 0.068i	7.5	
113.13± 1.1432b	113.13± 1.432b	المقارنة/Control	14 يوم 14 days
106.13± 0.205d	105.45± 0.621d	1.5	
98.22± 0.199f	97.82± 0.598f	2.5	
88.47± 0.568h	88.43± 0.588h	5	
78.38± 0.320j	78.13± 0.040j	7.5	

*الأحرف المختلفة تشير إلى وجود فروق معنوية عند نسبة احتمال 0.05

2- قيمة البيروكسيد : إن تقدير قيمة البيروكسيد للزيوت الغذائية من الاختبارات الدالة على معدل سرعة التحلل (تكوين البيروكسيدات والهيدروبيروكسيدات) للترنخ التاكسدي (الطائي، 2012)، ويبين الجدول (3) قيمة الرقم البيروكسيدي لنماذج مخاليط المعاملات مقارنة بعينة المقارنة بعد التصنيع (المنتج) وفي أثناء الخزن على درجة حرارة - 18 م° لمدة خزن (يوم، 7 أيام، 14 يوماً)، وقد لوحظ وجود فروق معنوية بين معدلات المعاملتين المدعمتين بزيت الكتان المضاف إليه فيتامين (E) وغير المضاف، وتبين أن معدل المعاملة التي لم يضاف لها الفيتامين قد بلغ في اليوم الأول (2.97) ملي مكافئ O₂/كغم دهن) وكان أعلى من معدل المعاملة التي أضيف لها الفيتامين وقد بلغ (2.08) ملي مكافئ O₂/كغم دهن)، أما في اليوم السابع فقد زاد المعدل في المعاملة التي لم يضاف إليها الفيتامين وكانت الزيادة ملحوظة بلغت (3.55) ملي مكافئ O₂/كغم دهن) كما زاد المعدل في اليوم الرابع عشر وبلغ (4.14) ملي مكافئ O₂/كغم دهن). في حين كانت الزيادة في معدل المعاملة المضاف إليها الفيتامين قليلة جداً وقد بلغت (2.10، 2.11) ملي مكافئ O₂/كغم دهن) في اليومين السابع والرابع عشر على التوالي.

أما من ناحية نسب الاستبدال فقد لوحظ أن نسبة استبدال (1.5%) بالنسبة للمعاملة التي لم يضاف إليها الفيتامين كانت (2.29، 2.22، 2.45) ملي مكافئ O₂/كغم دهن) لأيام الخزن (يوم و7 أيام و14 يوماً) على التوالي، ولوحظ أن الزيادة كانت كبيرة في أثناء الخزن مما يدل على التأكسد، وهنا يأتي دور الفيتامين للمعاملة التي أضيف إليها فقد زادت قيمة البيروكسيد زيادة طفيفة بلغت (2.15، 2.16، 2.16) ملي مكافئ O₂/كغم دهن) لأيام الخزن المذكورة - أنفاً - على التوالي، وهذا هو ما لوحظ على بقية نسب الاستبدال فقد كانت الزيادة لقيمة البيروكسيد لأيام الخزن بالنسبة للمعاملة التي لم يضاف إليها الفيتامين كبيرة جداً مقارنة مع الزيادة الحاصلة في قيمة البيروكسيد للمعاملة التي أضيف إليها الفيتامين، وقد يرجع سبب الزيادة في أثناء الخزن إلى المراحل الأساسية وهي مرحلة التحفيز ثم تليها مرحلة التكاثر المؤدية إلى زيادة كبيرة في كمية البيروكسيدات والهيدروبيروكسيدات فقد أدت إلى زيادة معنوية في قيمة البيروكسيد للمعاملة التي لم يضاف إليها الفيتامين. في حين أدى فيتامين E دوراً فعالاً في حماية العينات المضاف إليها فيتامين E من التأكسد، وكان هذا موافقاً لما جاء به (الطائي، 2012).

الجدول (3): تأثير نسب استبدال الدهن بـ Omega-3 في قيمة البيروكسيد للمنتج الطازج والمخزن لمدة 14 يوم.
Table (3): Effect of fat replacement ratios by Omega-3 in peroxide value of Fresh Storage For 14 days.

نوع المعاملة ملي مكافئ O ₂ /كغم دهن Type of treatment ml/kg fat	% الاستبدال	Time of storage
---	-------------	-----------------

Vitamin E بإضافة With Vitamin E	Vitamin E بدون إضافة Without Vitamin E	Replacement%	
1.67± 0.015r	1.67± 0.015r	Control/المقارنة	يوم One day
2.15± 0.055o	2.22± 0.025lm	1.5	
2.17± 0.005no	2.79± 0.010i	2.5	
2.20± 0.015l-n	3.90± 0.015f	5	
2.23± 0.015lm	4.30± 0.017e	7.5	
2.08e	2.97c	mean/المعدل	
1.73± 0.011q	1.73± 0.011q	Control/المقارنة	7 أيام 7 days
2.16± 0.050no	2.29± 0.010k	1.5	
2.18± 0.005m-o	2.90± 0.005h	2.5	
2.20± 0.015l-n	4.49± 0.020d	5	
2.24± 0.017l	6.35± 0.032b	7.5	
2.10de	3.55b	mean/المعدل	
1.78± 0.020p	1.78± 0.020p	Control/المقارنة	14 يوم 14 days
2.16± 0.051no	2.45± 0.043j	1.5	
2.18± 0.005m-o	3.21± 0.020g	2.5	
2.21± 0.020l-n	5.78± 0.030c	5	
2.25± 0.026kl	7.51± 0.032a	7.5	
2.11d	4.14a	mean/المعدل	

*الأحرف المختلفة تشير إلى وجود فروق معنوية عند نسبة احتمال 0.05

3- رقم الحموضة (Acid Value): يبين الجدول (4) قيمة الحموضة بعد مدة خزن (يوم واحد، 7 أيام، 14 يوماً) وقد لوحظت فروق معنوية بين المعاملتين المدعمتين بزيت الكتان المضاف إليه فيتامين (E) وغير المضاف، فقد كان معدل المعاملة غير المضاف إليها فيتامين في اليوم الأول (0.411 ملغم KOH/غم دهن) في حين زاد المعدل في اليومين السابع والرابع عشر حتى بلغ (0.546، 0.740 ملغم KOH/غم دهن) على التوالي، أما بالنسبة لنسب الاستبدال فكانت الزيادة طردية بزيادة نسبة الاستبدال بزيت الكتان، وقد بلغت النسبة لرقم الحامض لنسبة استبدال 1.5% (0.306 ملغم KOH/غم دهن) لليوم الأول من الخزن وزادت القيمة زيادة كبيرة في أثناء الخزن حتى بلغت (0.360، 0.406 ملغم KOH/غم دهن) لليومين السابع والرابع عشر من الخزن على التوالي.

وفي نسبة الاستبدال 7.5% بلغ رقم الحامض (0.623 ملغم KOH/غم دهن) لليوم الأول من الخزن وزادت لتصل (0.893، 1.393 ملغم KOH/غم دهن) لليومين السابع والرابع عشر على التوالي. وقد يرجع سبب الزيادة المعنوية في معدل ومتوسطات رقم الحامض للعينات التي لم يضاف إليها الفيتامين إلى تراكم نواتج الأكسدة الثلاثية ومنها الأحماض الدهنية الحرة بفعل هدم البيروكسيدات والهيدروبيروكسيدات (نواتج الأكسدة الأولية) مما أدى إلى زيادة قيمة الحامض لهذه العينات في أثناء الخزن، وأيد ذلك (Vacheic و Hruskar، 1999). أما في المعاملة التي أضيف إليها الفيتامين فقد كانت الزيادة طفيفة، بلغ معدلها (0.291، 0.306، 0.311 ملغم KOH/غم دهن) في الأيام نفسها على التوالي، أما بالنسبة لنسب الاستبدال فقد كان هناك شبه استقرار في الزيادة الحاصلة بالرغم من زيادة القيمة مع زيادة نسب الاستبدال، ففي نسبة الاستبدال 1.5% بلغت النسبة (0.280 ملغم KOH/غم دهن) لليوم الأول من الخزن وزاد رقم الحامض زيادة طفيفة في أثناء الخزن لنسبة الاستبدال نفسها لتصل إلى (0.283، 0.290 ملغم KOH/غم دهن) ليومي الخزن السابع والرابع عشر على التوالي، وهذا هو ما لوحظ على العينات جميعها التي أضيف إليها الفيتامين فقد كانت الزيادة طفيفة مقارنة بالمعاملة التي لم يضاف إليها الفيتامين، وقد يرجع سبب شبه الاستقرار في متوسطات قيمة الحامض للعينات المضاف إليها الفيتامين إلى أن ظاهرة التزنخ بنوعيه (التحللي والتأكسدي) لم تكن كافية لتحرير الأحماض الدهنية الحرة وتكوينها، وهي التي تؤدي إلى زيادة قيمة الحامض في أثناء الخزن بوجود التوكوفيرول المضاد للأكسدة، وقد أيد ذلك (الطائي، 2012).

الجدول (4): تأثير نسب استبدال الدهن بـ Omega-3 في رقم الحموضة للمنتج الطازج والمخزن لمدة 14 يوم.
Table (4): Effect of fat replacement ratios by Omega-3 in the Acid value of Fresh Storage For 14 days.

نوع المعاملة ملغم KOH/غم دهن Type of treatment ml KOH/gm fat		% الاستبدال Replacement%	مدة الخزن Time of storage
بإضافة Vitamin E With Vitamin E	بدون إضافة Vitamin E Without Vitamin E		
0.263± 0.011p	0.263± 0.011p	المقارنة/Control	يوم One day
0.280± 0.020op	0.306± 0.005k-o	1.5	
0.293± 0.015l-o	0.383± 0.005ij	2.5	
0.303± 0.011k-o	0.480± 0.010g	5	
0.316± 0.011k-m	0.623± 0.015e	7.5	
0.291e	0.411c	المعدل/mean	
0.326± 0.015k	0.326± 0.015k	المقارنة/Control	7 أيام 7 days
0.283± 0.015n-p	0.360± 0.010j	1.5	
0.296± 0.015k-o	0.416± 0.011h	2.5	
0.306± 0.005k-o	0.733± 0.025d	5	
0.320± 0.017k-m	0.893± 0.005c	7.5	
0.306d	0.546b	المعدل/mean	
0.323± 0.005kl	0.323± 0.005kl	المقارنة/Control	14 يوم 14 days
0.290± 0.020m-p	0.406± 0.028hi	1.5	
0.303± 0.011k-o	0.506± 0.020f	2.5	
0.313± 0.011k-n	1.073± 0.037b	5	
0.326± 0.020k	1.393± 0.011a	7.5	
0.311d	0.740a	المعدل/mean	

*الأحرف المختلفة تشير إلى وجود فروق معنوية عند نسبة احتمال 0.05

4- الأحماض الدهنية والفيتامين والمركبات الفينولية: يوضح الجدول (5) تركيب زيت الكتان المستخدم، فبالنسبة للحمضين ALA و LA فقد بلغت نسبتهما (58.60، 14.64) على التوالي، وبلغت نسبة المركبات الفينولية الكلية في الزيت (2690 ملغم/100 غم)، أما فيتامين E فبلغ (3.06) في زيت الكتان المطلق. ويوضح الجدول أيضا تأثير الأحماض الدهنية الموجودة في منتج المثلجات اللبنية، ولاسيما الحامضان المذكوران -آففا- عند استبدال دهن الحليب بزيت الكتان مقارنة بعينة المقارنة الحاوية على دهن حليب تبلغ نسبة الحامض ALA فيه (8.08)، وهي تزداد بزيادة نسبة الاستبدال لتصل (11.61، 14.64، 17.46، 21.10) لنسب الاستبدال (1.5، 2.5، 5، 7.5) على التوالي، وتبلغ نسبة الحامض LA في عينة المقارنة (6.20) والتي تزداد أيضا بزيادة نسبة الاستبدال لتصل (7.94، 9.06، 9.57، 10.60) لنسب الاستبدال (1.5، 2.5، 5، 7.5) على التوالي، وفي هذا تفسير لانخفاض الذي حصل بنسبة الكولسترول في منتج المثلجات اللبنية عند زيادة نسبة الاستبدال. اتفق ذلك مع (Zanwar وآخرون، 2010 و محسن، 2011).

1- اللزوجة النسبية: وهي من الخصائص المعبرة عن مقاومة (السوائل) للانسياب والمؤثرة في قابلية الخفق ودمج الفقاعات الهوائية. ويبين الجدول (6) صفة اللزوجة النسبية للمخاليط المستبدل بها الدهن بزيت الكتان فقد لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات المدعمة بزيت الكتان المضاف إليه فيتامين (E) وغير المضاف، كما يلاحظ من الجدول أن اللزوجة النسبية لعينة المقارنة (22.22) كانت أعلى من عينات الاستبدال فقد بلغت (18.85، 20.47، 15.68، 13.58) لنسب الاستبدال (1.5، 2.5، 5، 7.5) على التوالي، وقد يعزى السبب إلى إضافة زيت الكتان وتقليله من اللزوجة لاحتوائه على الأحماض الدهنية غير المشبعة LA و ALA التي تكون درجة ذوبانها على 5م° و 11م° على التوالي (Wood وآخرون، 2004) مقارنة بدهن الحليب. وأيد ذلك (Kelvin وآخرون، 2006) أيضا عند استخدام زيت الكتان في صناعة المثلجات اللبنية.

الجدول (5): التركيب الكيميائي لزيت الكتان وتأثير نسب الاستبدال في نسبة الأحماض الدهنية للمنتج .

Table (5): The chemical composition of flax oil and the impact of replacement ratios in the fatty acids of the product.

%نسب الاستبدال Replacement ratios%					زيت الكتان المطلق Absolute Flax oil	الأحماض الدهنية والفينولات Fatty acids and phenols
7.5	5	2.5	1.5	عينة المقارنة Control		
21.10	17.46	14.64	11.61	8.08	58.60	Alpha-linolenic acid ALA (%)
10.60	9.57	9.06	7.94	6.20	14.64	Linoleic acid LA (%)
--	--	--	--	--	2690	Phenolic compounds Mg/100g
--	--	--	--	--	3.06	Vitamin E Mg/100g

الجدول (6): تأثير نسب استبدال الدهن ب Omega-3 في اللزوجة النسبية لمخلوط المتلجات اللبنية بعد التعتيق.

Table (6): Effect of fat replacement ratios by Omega-3 in viscosity for the ice-cream mixture of deciduous after aging.

%نسب الاستبدال Replacement ratios%				عينة المقارنة Control	نوع الإضافة Type of Treatment
7.5	5	2.5	1.5		
13.58± 0.132e	15.68± 0.707d	18.85± 1.082c	20.47± 0.643b	22.22± 0.065a	بدون إضافة Vitamin E Without Vitamin E
13.32± 1.152e	15.39± 0.2751d	18.77± 0.294c	20.07± 0.055b	22.22± 0.065a	بإضافة Vitamin E With Vitamin E

*الأحرف المختلفة تشير إلى وجود فروق معنوية عند نسبة احتمال 0.05

2- الربيع: تعتمد نسبة الربيع في المتلجات اللبنية على كمية الهواء المندمجة والاحتفاظ بها في المنتج في أثناء عملية الخفق والتجميد الأولي لما لها من تأثير في صفات المنتج النهائي. ويوضح الجدول (7) نسبة الربيع إذ لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين المعاملتين المدعمتين بزيت الكتان المضاف إليه فيتامين (E) وغير المضاف، في حين وجدت فروق معنوية بين نسب الاستبدال مقارنة مع عينة المقارنة البالغة (89.47) أما العلاقة بين نسب الاستبدال والربيع فكانت عكسية فقد انخفض الربيع مع زيادة الاستبدال ليصل إلى (61.11، 58.27، 53.11، 48.94) لنسب الاستبدال (1.5، 2.5، 5، 7.5%) على التوالي. ويعزى السبب إلى عدم قدرة هذه المخاليط على الاحتفاظ بالفقاعات الهوائية في أثناء دمج الهواء مقارنة بعينة المقارنة، ويتعرض غشاء الـ Lamella إلى التهشم والتمزق وينتج عن ذلك تسرب الهواء من المخلوط، فضلا عن ظهور قلة ربيع كلما قلت اللزوجة وهذا هو ما أكدته (حماد، 2005).

3- خاصية الانصهار: يوضح الجدول (8) خاصية الانصهار لعينة المقارنة ونسب استبدال دهن الحليب بزيت الكتان فقد لوحظ أن عينة المقارنة كانت أعلى في مقاومتها للانصهار بالمقارنة مع نسب الاستبدال في الأوقات (30، 60، 90 دقيقة) فقد وصل المعدل الكلي للانصهار لعينة المقارنة (36.188 مل) في حين زاد معدل الانصهار زيادة طرديا مع زيادة نسب الاستبدال ليصل المعدل الكلي للانصهار إلى (40.568، 42.916، 45.865، 48.629 مل) لنسب الاستبدال (1.5، 2.5، 5، 7.5%) على التوالي، ويعزى السبب إلى زيادة نسبة زيت الكتان المضاف الحوي على نسبة عالية من الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات درجة الانصهار المنخفضة. اتفق هذا مع (Kelvin وآخرين، 2006) عند استخدام زيت الكتان في صناعة المتلجات اللبنية.

الجدول (7): تأثير نسب استبدال الدهن بـ Omega-3 في نسبة الريع لمخلوط المتلجات اللبينية.

Table (7): Effect of fat replacement ratios by Omega-3 in the ratio of the overrun of the product.

%نسب الاستبدال Replacement ratios%				عينة المقارنة Control	نوع الإضافة Type of Treatment
7.5	5	2.5	1.5		
48.94± 0.836e	53.11± 2.326d	58.27± 1.935c	61.11± 1.415b	89.47± 0.297a	بدون إضافة Vitamin E Without Vitamin E
48.80± 0.486e	53.53± 2.318d	58.32± 0.796c	61.75± 2.143b	89.47± 0.297a	بإضافة Vitamin E With Vitamin E

*الأحرف المختلفة تشير إلى وجود فروق معنوية عند نسبة احتمال 0.05

الجدول (8): تأثير نسب استبدال الدهن بـ Omega-3 في خاصية الانصهار للمنتج.

Table (8): Effect of fat replacement ratios by Omega-3 in the melting property of the product..

المعدل mean	%نسب الاستبدال Replacement ratios%				عينة المقارنة Control	نوع الإضافة Type of treatment
	7.5	5	2.5	1.5		
5.025 c	7.100± 0.043k	5.966± 0.018l	5.187± 0.014lm	4.709± 0.019m	2.164± 0.010n	30 min
43.570 b	52.486± 0.265f	49.485± 0.064g	43.532± 0.773h	40.513± 0.022i	31.832± 0.082j	60 min
70.906 a	86.303± 1.051a	82.146± 0.784b	80.029± 0.577c	76.483± 0.761d	74.568± 0.025e	90 min
	48.629a	45.865b	42.916c	40.568d	36.188e	المعدل mean

*الأحرف المختلفة تشير إلى وجود فروق معنوية عند نسبة احتمال 0.05

1- التقييم الحسي: يوضح الجدول (9) درجات التقييم الحسي لمنتج المتلجات اللبينية للمعاملات المدعمة بزيت الكتان المضاف إليه فيتامين (E) وغير المضاف في أثناء مدة الخزن ليوم واحد و (7، 14) يوما. ويلاحظ وجود فروق معنوية بين المعاملات المدعمة بزيت الكتان المضاف إليه فيتامين (E) وغير المضاف، ووجدت كذلك فروق معنوية مع عينة المقارنة. تؤثر نسبة الاستبدال في درجات التقييم الحسي إذ تقل بزيادة النسب وكانت الأفضلية للمعاملات المضاف إليها الفيتامين وللمعاملات ذوات نسبة الاستبدال الأقل. أما من ناحية الطعم فقد كان هناك تناسب عكسي مع زيادة نسبة الاستبدال مقارنة مع عينة المقارنة للمعاملتين المدعمتين بزيت الكتان المضاف إليه فيتامين (E) وغير المضاف، وكان الطعم يميل إلى الزيتي بزيادة نسبة الاستبدال بالنسبة للمعاملة التي لم يضاف إليها الفيتامين وذلك لتأكسد زيت الكتان المضاف في أثناء مدة الخزن ولكنه ظل مقبولا وصولا إلى نسبة الاستبدال 7.5% التي حصلت على أقل تقييم من ناحية الطعم، أما بالنسبة للمعاملة التي أضيف إليها الفيتامين وكان له الدور الكبير في حماية العينات من التأكسد فقد حصلت على درجات تقييم حسي مقبولة المذاق دلت على عدم ظهور الطعم الزيتي المتأكسد وهذا هو ما يوضحه الجدول (9). أما من ناحية القوام والتركيب فلم تكن هناك فروق معنوية كبيرة بين المعاملتين ماعدا الانخفاض بالنسبة لنسب الاستبدال بزيت الكتان فقد كانت عينة المقارنة أكثر مقاومة للانصهار، وكانت أنعم ملمسا مقارنة مع بقية النسب، لأن نسبة الاستبدال 7.5% كانت الأقل مقاومة للانصهار والاختن ملمسا من عينة المقارنة للمعاملتين المدعمتين بزيت الكتان المضاف إليه فيتامين (E) وغير المضاف، وذلك لأن عينة المقارنة كانت أكثر امتصاصا للماء مما أدى إلى عدم تكون بلورات ثلجية كبيرة، أما نسبة الاستبدال 7.5% بسبب زيادة الرطوبة وقلة ربط الماء فقد زاد ذلك فيها من عدد البلورات الثلجية وحجمها مما أظهر القوام الخشن وهذا من العيوب التي يتعين أن تؤخذ بنظر الاعتبار في المتلجات اللبينية. وكانت عينة المقارنة من ناحية اللون أكثر بياضا بسبب كثرة الهواء المندمج ضمن تركيبها في حين نسبة الاستبدال 7.5% كانت تميل إلى اللون الأصفر البني وهو لون زيت الكتان المضاف، وقد اكتسبت عينة المقارنة الأفضلية من ناحية المظهر مقارنة مع المعاملات المدعمة بزيت الكتان لامتيازها بقلّة التماسك والمظهر الحبيبي بزيادة نسبة الاستبدال.

الجدول (9) التقييم الحسي للمثلجات اللبنية المخزنة لمدة 14 يوم.

Table (9): Sensory evaluation of ice cream Fresh Storage For 14 days.

المجموع Total 100 درجة	المظهر الخارجي Appearance 10 درجات	اللون Color 10 درجات	القوام والتركيب Body & texture 30 درجة	طعم taste 50 درجة	% الاستبدال subsitution	مدة الخزن Storge period	نوع المعاملة	
97.51b	10.00a	10.00a	29.01c	48.50b	المقارنة/Control	1	بيون إضافة Vitamin E	
96.95d	9.95c	9.98b	29.00c	48.02e	1.5			
96.14f	9.72e	9.60d	28.89d	47.93f	2.5			
92.59k	9.65g	9.44g	28.48f	45.02l	5			
87.93q	9.58i	9.32i	27.90i	41.13s	7.5			
95.63g	9.50k	9.50f	28.90d	47.73g	المقارنة/Control	7		
91.09l	9.00n	8.98l	28.50f	44.61m	1.5			
87.97q	8.90o	8.77n	27.11l	43.19p	2.5			
85.18t	8.65t	8.40r	27.00m	41.13s	5			
70.61z	8.11x	8.00v	26.88o	27.62y	7.5			
93.22j	9.10m	9.00k	28.00h	47.12h	المقارنة/Control	14		
88.54p	8.80q	8.50p	27.80j	43.44n	1.5			
79.83v	8.67s	8.22t	26.90no	36.04v	2.5			
77.96x	8.40v	8.00v	26.66p	34.90w	5			
66.29aa	8.00z	7.90x	25.96r	24.43z	7.5			
98.50a	10.00a	10.00a	29.50a	49.00a	المقارنة/Control	1		بإضافة Vitamin E
97.14c	9.97b	9.98b	29.08b	48.11d	1.5			
96.37e	9.77d	9.66c	28.93d	48.01e	2.5			
94.23i	9.70f	9.49f	28.52ef	46.52i	5			
90.20o	9.60h	9.37h	28.00h	43.23o	7.5			
96.38e	9.54j	9.56e	28.93d	48.35c	المقارنة/Control	7		
93.23j	9.10m	9.07j	28.56e	46.50i	1.5			
90.90m	8.99n	8.80m	27.20k	45.91j	2.5			
87.36r	8.70r	8.47q	27.09l	43.10q	5			
79.29w	8.15w	8.10u	26.94n	36.10u	7.5			
94.45h	9.16l	9.08j	28.10g	48.09d	المقارنة/Control	17		
90.35n	8.82p	8.57o	27.85ij	45.11k	1.5			
85.50s	8.68s	8.25s	26.95mn	41.62r	2.5			
80.40u	8.42u	8.11u	26.70p	37.17t	5			
73.24y	8.08y	7.93w	26.06q	31.17x	7.5			

EFFECT OF USING FLAXSEED OIL SOURCE OF OMEGA-3 ACIDS AS A PARTIAL REPLACEMENT FOR MILK FAT IN THE CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES IN ICE CREAM

Aladwani, Y. A

Badawi, S. K

Food Science Dept., College of Agriculture and Forestry, Mosul University. Iraq

E-mail: hla_ohla@yahoo.com

ABSTRACT

The study showed the effect of using Flaxseed oil as a source for Omega-3 in ice-cream and as a partial substitute for milk fat in preparing the mixture. Two treatments were made with replacement rates of (1.5, 2.5, 5, and 7.5%). Flaxseed oil, fortified with Vitamin E as an antioxidant, was added to one of them, while the Vitamin E was not added to the other. The results showed there was increase in melting property increase rates of replacement, while the overrun and viscosity increase rates of replacement, compared with a sample comparison, but there was a decrease in cholesterol while increased peroxide value and acidity during extended storage amounting to one day and (7 and 14) days, Omega-3- fortified treatments showed degrees of noticeable evaluation lower than the comparison sample, but there was a preference for the sample fortified with Vitamin E.

Keywords: Ice Cream , Omega-3, Flaxseed, Cholesterol, acid value, alpha-linolenic acid.

Received: 9/7/2012, Accepted: 24/3/2013.

المصادر

حماد، يحيى علي الدين (2005). صناعة المتلجات اللبنية. دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر.
الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز محمد خلف الله (1980) تصميم وتحليل التجارب الزراعية، مطبعة جامعة الموصل.
سليم، رياض محمد (1986). المتلجات اللبنية. دار الكتب للطباعة و النشر، جامعة الموصل.
الطائي، كرم غانم (2012). تأثير بعض المستخلصات النباتية الخام على ثباتية زيت زهرة الشمس تجاه التزنخ الاوكسيدي. رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة الموصل.
محسن، علاء عبد الكريم. (2011). تصنيع دهون وظيفية من لية الأغنام وزيتي الكتان والسمن واستعمالها في تصنيع الأغذية. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد . العراق.

AL-Fayadh, M. H. (1973). Some Physical-Chemical Properties of Buffalo Milk Fat In Iraq. M. SC. Thesis College of Agric. Baghdad University.

AL-Rowaily, M. A. (2008). Effect of processing method on cholesterol content and cholesterol oxides formation in some dairy products. *Saudi Journal of Biological Science*. 15 (1):35-45.

Anonyms (2001). SAS Uses Guide. For Personal Computer, Release 6-18.

Anonyms. (2009). Official Methods and Recommended Practices Of The American Oil Chemist's society. USA.

Anonymous (2008) Fish And Omega-3 Fatty Acids. [Cited2008]; Available From: <http://www.americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=4632>.

Arbuckle, W.S. (1986). ICE Cream. 4thed. The AVI Publishing Co. Inc. Westport. Conn. 483.

Buck, J.S.; C. E. Walker and M.M. Picrce (1986). Evaluation Of Sucrose Esters In Ice Cream. *Journal of Food Science* 51 : 2.

Chung, M.W.Y.; B. Lei and E. C. Y. Li-Chan (2005). Isolation And Structural Characterization Of The Major Protein Fraction From Nor Man Flaxseed (*Limum usitatissimum*). *Food Chemistry* 90: 271-279.

- Daun, J.K.; J. V. Barthet ; T. L. Chornick and S. Duguid (2003). Structure, Composition, And Variety Development Of Flaxseed. In: Cunnane S.C. Thompson L.U, editors. Flaxseed in human nutrition.2nd ed. Champaign, Ill.: AOCS Press. p 1–40.
- Dick, T.A. and Z. Yang (1995). Flaxseed In Arctic Charr And Rainbow Trout Nutrition. In Flaxseed in Human Nutrition, S.C. Cunnane and L.U. Thompson (Eds.), pp. 295-314. Champaign, IL: AOAC Press.
- Herzallah, S. M. (2005). Influence Of Microwaving and Conventional Heating Og Milk On Cholesterol Contents And Cholesterol Oxides Formation. *Pakistan Journal of Nutrition*, 4 (2): 85- 99.
- Kelvin, K.T.; Goh; Ye. Aiqian and Nicola Dale(2006). Characterisation Of Ice Cream Containing Flaxseed Oil. *International Journal of Food Science and Technology* 41: 946–953.
- Morris, D. M. (2003). Flax, A Health And Nutrition Primer. Winnipeg, Manitoba, Canada: Flax Council of Canada. P 9-19.
- Oomah, B.D. and G. Mazza (2000). Bioactive Components Of Flaxseed: Occurrence And Health Benefits. In F. Shahidi and C.T. Ho (Eds.), Phytochemicals And Phytopharmaceuticals (pp. 105–120). Champaign: A.O.C.S. Press.
- Sabir, S. M.; H. Imran and S. D. A. Garezi (2003). Estimation Of Sterol In Edible Fats And Oil. *Pakistan Journal of Nutrition* 2 (3):178- 181.
- Vacheic, N. and M. Hruskar (1999). Quality And Sensory Evaluation Of Used Frying Oil From Restaurants. *Journal Food Technology. Biotechnology*. 37 (2):107-112.
- Wood, J.D.; R.I. Richardson; G. R. Nute, (2004). Effects Of fatty Acids On Meat Quality: a review. *Meat Science* 66: 21–32.
- Yeung , D.L. and I. Laquatra (2003). Heinz Handbook Of Nutrition . 9th. Ed. H. *Journal Heinz Company* : P. 73.
- Zanwar, A. A.; M. V. Hegde and S. L. Bodhankar (2010). In Vitro Antioxidant Activity Of Ethanolic Extract Of *Linum Usitatissimum*. *Pharmacology Online* 1: 683-696.

