دراسة تأثير التدعيم بحامض الألفا لينولينيك المغلف بتقنية النانو في بعض الصفات النوعية للقشدة

عماد قيس صليوه [1،2] ازهار جواد الموسوي [2]
[1] دائرة التخطيط والمتابعة/ وزارة الزراعة/ بغداد/ العراق
[2] قسم علوم الأغذية/ كلية علوم الهندسة الزراعية/جامعة بغداد/ بغداد/ العراق
emadk89@yahoo.com dr.azharjawad@yahoo.com

مستخلص البحث:
استعملت التراكيز 25 و50 و100 و200 و300 ملغم من الحامض الدهني الالفا لينولينيك Alpha-Linolenic Acids (ALA) المغلف نانوياً وغير المغلف لإغناء 1 كغم من القشدة المصنعة، ان المعاملات التي اضيف لها ALA المغلف كانت هي الاقل تعرضاً لحدوث عملية الاكسدة من المعاملات التي اضيف لها ALA غير المغلف وكان لغلاف متعدد حامض اللاكتيك Poly Lactic Acid (PLA) دور كبير في حماية ALA عن طريق تشكيله لطبقة واقية تحمي هذا الحامض من فعل ونشاط انزيمات اللايبيز، كما ان اضافة ALA المغلف الى القشدة حدد من النمو المايكروبي فيها، دلت نتائج التقييم الحسي ان المعاملة C1 حصلت على اعلى معدل درجات لصفات الطعم والنكهة والنسجة والقوام واللون والمظهر وقابلية النشر والذي كان 37 و27 و13 و8 درجة على التوالي عند نهاية فترة الخزن وبهذا كانت ذات مجموع درجات هو الاعلى بين جميع معاملات القشدة الاخرى وهو 85 درجة، مقابل ذلك وجد ان اقل مجموع درجات كان 39 و48 حصلت عليه المعاملتين C10 وC9، مما يدل على ان تغليف ALA واضافته الى القشدة ساعد في حفظه لفترة اطول دون ان يؤثر في صفاته المختلفة.

الكلمات المفتاحية: التغليف النانوي، القشدة، حامض الالفا لينولينيك.
- البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الاول.

المقدمة

تضفي التقنية النانوية العديد من الفوائد لقطاع الأغذية كتوفير صفات حسية جديدة للمنتجات، واستخدام أقل للدهون، وتعزيز استقرار وامتصاص العناصر الغذائية، والتعبئة والتغليف الذكي، وتحسين العمر الافتراضي، والتعرف البكتيري ومراقبة جودة الأغذية باستخدام أجهزة الاستشعار الذكية (Weiss *et al*., 2006; Chaudhry *et al*., 2008; Neethirajan and Jayas, 2010; Hussein, 2020). أظهرت دراسة أجرتها شركة هيلموت كايزر للاستشارات (Helmut Kaiser Consultancy) أن معدلات ايرادات سوق أغذية النانو ارتفع من 2.6 مليار دولار في عام 2003 إلى 7 مليار دولار في عام 2015 ومن المتوقع ان يرتفع إلى 20.4 مليار دولار في عام 2020 (Helmut Kaiser Consultancy, 2010). اشار Quintanar *et al*. (2005) الى إن تحضير الكبسولات النانوية المنتجة بطريقة انتشار المستحلب يتطلب توفر ثلاث أطوار هي العضوي والمائي والتخفيف. وذكر Mora-Huertasa *et al* . (2010) ان اعداد الكبسولات النانوية باستخدام طريقة انتشار المستحلب يتم استحلاب الطور العضوي تحت تحريك عالي القص (high shier) في الطور المائي، وإن إضافة الماء إلى النظام يسبب انتشار المذيب في الطور الخارجي مما يؤدي إلى تشكيل

الكبسولات النانوية، ويمكن إزالة المذيب وجزء من الماء عن طريق التبخير تحت ضغط منخفض، ان طريقة انتشار المستحلب عادة ما تنتج كبسولات نانوية في حجم يتراوح بين 150-200 نانومتر.
يعطي التغليف النانوي العديد من المميزات للمواد النشطة بيولوجيا في كل من المختبر وفي خارجه، ففي المختبر يمكن تحضير مواد لها قابلية ذوبان عالية في الماء، وتكون ذات قابلية تخزين وثبات حراري عاليين، كما انه يمكن تحسين مختلف الصفات الحسية لها بواسطة التغليف النانوي، وبهذا الصدد ذكر كل من Aliabadi *et al.*, (2007) و Byun *et al* (2011) ان العقاقير المحبة للدهون والمكونات الغذائية النشطة بيولوجياً تم جعلها أكثر قابلية للذوبان في الماء من خلال تغليفها بمواد غلاف محبة للماء.يمكن الحصول على أنواع مختلفة من الجسيمات اعتماداً على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنواة، وتكوين الجدار، وتقنية التغليف الدقيق المستخدمة كالكريات البسيطة (simple) وهي الجسيمات المحاطة بطبقة من سمك واحد، والجسيمات ذات الشكل غير المنتظم (irregular)، كما توجد العديد من الجسيمات الأساسية تكون راسخة في قالب مستمر من مواد الجدار(matrix)، والجسيمات ذات عدة نوى متميزة داخل نفس الكبسولة (multi core) وكبسولات متعددة الطبقات (multi wall) (Gibbs, *et al.*, 1999). حامض اللينولينك Linolenic Acid ($C_{17}H_{29}COOH$) يكون الجزء الأكبر من الأحماض الدهنية الاوميغا-3 وهو يتكون من ثمانية عشر ذرة كربون ويحتوي على ثلاث أواصر مزدوجة ويعد المصدر الأساسي للأحماض الدهنية ألأساسية الاوميغا-3 (NIOH, 2004). ان الأحماض الدهنية الاوميغا-3 تتأثر بالأكسدة وتتحلل بالحرارة لذلك فان القيمة الغذائية والعمر الخزني سوف ينخفض في الاغذية التي اغنيت بهذه الأحماض نتيجة عمليات التصنيع والخزن التي تعامل بها هذه الاغذية (Liu *et al.*, 2010).
أكـدت دراسات أن الأحماض الدهنية نـوع اوميغا-3 قد تمنع بدايـة تضيـق الشرايين الـذي يحـدث في 25-40٪ من المرضى الذين يخضعـون للقسطرة بسبب تركيز الكولسترول في الدم Kris-Etherton *et al.*, (2002). كمـا تعمـل على خفـض الكليسريدات الثلاثية وكولسترول الدم Davidson *et al.*, (2007).تعد الكبسولات النانوية من الطرق الجديدة غير التقليدية لحماية المغذيات ومكونات الاغذية الفعالة بيولوجياً من الظروف البيئية القاسية المختلفة (Habeb, 2010)، بالتالي فهناك حاجة لدراسة امكانية تطبيق هذه الطريقة في حفظ الحامض الدهني الاوميغا-3 في الاغذية التي تستعمل معها معاملات حرارية مختلفة، وتوضيح بعض النواحي للكبسولات النانوية للاوميغا-3 ذات الصلة بدرجة تحطمها وثباتيتها الحرارية وتأثير كل من الوقت ودرجة الحرارة في القابلية الخزنية لكل من هذه المركبات والاغذية الحاوية عليها، ولكون الحليب من الاغذية الفقيرة بالاوميغا -3 ذو الفوائد المتعددة، وبسبب استعمال درجة حرارية عالية عند تحضيره تؤثر في الحامض الدهني الاوميغا-3 عند اضافته بصورته الحرة، لذا جاءت فكرة هذه الدراسة لتغليف الحامض الدهني الفا لينولينيك بواسطة متعدد حامض اللاكتيك لحمايته ضد عمليات الاكسدة والتزنخ ولتطوير ثباتيته الحرارية ثم استخدام هذه الكبسولات النانوية في اغناء القشدة لسد جزء من احتياجات المستهلك المطلوبة من هذا الحامض دون التأثير على تقبل المستهلك لها.

المواد وطرائق العمل:

تحضير الكبسولات النانوية Preparation of the Nanocapsules: حضرت الكبسولات النانوية لحامض الالفا لينولينيك Alpha-Linolenic Acids (ALA) باستخدام طريقة انتشار المستحلب (emulsion-diffusion) التي ذكرها (Quintanar, *et al.*, 2005). مع اجراء تغير في نسب المواد المستخدمة ، اذ تم اخذ 90 ملغم من متعدد حامض اللاكتيك Poly lactic acid

(PLA) (ذو وزن جزيئي 30000 غم/مول) واذيب في 6 مل من المذيب العضوي الاسيتون مع التحريك على درجة حرارة 35 مº لتسهيل الذوبان، بعدها اخذ 70 مايكروليتر من حامض ALA (ذو وزن جزيئي 278.44 غم/مول) واذيب في 6 مل من نفس المذيب العضوي، تم خلط المذيب الحاوي على متعدد حامض اللاكتيك مع المذيب الحاوي على الحامض الدهني لتحضير خليط يدعى بالطور العضوي والذي تمت اضافته بشكل قطرات ببطئ الى الطور المائي المتكون من محلول 1% توين 20 (Tween 20) وبنسبة (5:1) (طور عضوي: طور مائي) مع استخدام مجنس ميكانيكي من نوع (Rotor-Stator) (Silent Crusher M, Heidolph, Germany) بسرعة 16000 دورة/دقيقة) ولمدة 20 دقيقة، اكمل الحجم بعد انتهاء التجنيس الى 350 مل باستخدام الماء المقطر وترك فترة من الزمن لإعطاء المجال لانتشار الجسيمات في الوسط يسمى هذا الطور بطور التخفيف، وازيل المذيب العضوي وقسم من الماء باستخدام جهاز المبخر الدوار (Rotary Evaporator) على درجة حرارة 35 مº الى ان وصل الحجم النهائي 50 مل، حفظ الوسط الحاوي على الجسيمات النانوية في درجة حرارة (6±1) مº لحين اجراء الفحوصات التشخيصية الخاصة به.

تصنيع القشدة: صنعت القشدة في معمل البان كلية الزراعة التابع لجامعة بغداد/ابو غريب بنسبة دهن 30٪، اذ حضرت 11 معاملة هي C1، C2، C3، C4 وC5 أضيفت اليها تراكيز مختلفة من ALA المغلف 25، 50، 100، 200 و300 ملغم/كغم قشدة على التوالي، وايضاً حضرت المعاملات C6، C7، C8، C9 وC10 بإضافة التراكيز نفسها من ALA غير المغلف كمعاملات سيطرة موجبة، كذلك اعدت معاملة سيطرة سالبة Cc، تمت اضافة ALA تحت ظروف مسيطر عليها بعد معاملة القشدة حرارياً وتجنيسها وخلطت جيداً وصبت في اقداح بلاستيكية وحفظت النماذج بدرجة حرارة (6±1) مº لمدة خمسة عشر يوماً لإجراء الفحوصات الكيميائية والمايكروبيولوجية والتقويم الحسي عليها فيما بعد.

الفحوصات: قدرت النسبة المئوية للدهن وفقاً لما جاء في A.O.A.C. (2008) باستعمال طريقة بابكوك، وقدر رقم البيروكسيد باستخلاص الدهن من 5 غم من القشدة بواسطة 10 مل من BDI (30 غم من Triton X-100 مع 70 غم من sodium hexameta phosphate واكمل الحجم الى 1000 مل بالماء المقطر) واكملت الخطوات كما في طريقة (Bureau of Dairy Industry-BDI) المذكورة من قبل (Deeth and Fiz-Gerald, 1976)، قدرت قيمة البيروكسيد وفقاً للطريقة التي ذكرها (Pearson, 1976)، وتم تقدير تركيز الحوامض الدهنية الحرة في الحليب بطريقة (Frankel and Tarassuk, 1955)، اتبعت طريقة صب الاطباق الواردة في APHA (1978) باستعمال الوسط المغذي الصلب Nutrient Agar في تقدير العدد الكلي للأحياء المجهرية Total plate countواستعمل وسط MacConkey agar في تقدير اعداد بكتريا القولون (Coliform)، واستعمل الوسط Potato Dextrose Agar (PDA) لتقدير اعداد الخمائر والأعفان Molds and Yeast أُجري هذا الفحص بعد التصنيع وطوال مدة الخزن. أُجري التقويم الحسي لنماذج القشدة من قبل عشر مقومين متمرسين في قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة – جامعة بغداد، واستخدمت استمارات التقويم الخاصة بالقشدة التي اوردها (Nelson and Trout, 1964).

نموذج استمارة التقويم الحسي للقشدة

ارقام النماذج	الطعم والنكهة (45)	النسجة والقوام (30)	اللون والمظهر (15)	قابلية النشر (10)	المجموع (100)

النتائج والمناقشة:

تشخيص الكبسولات النانوية:

تقدير حجم الجسيمات Particle size determination : قدر حجم الجسيمات النانوية بواسطة تقنية تشتت الضوء الديناميكي (Dynamic Light Scattering Technique) باستخدام جهاز (NanoBrook 90 Plus Particle Size Analyzer, Software Ver. 5.34) حيث اخذ نموذج من العينة المحضرة ووضع في انبوبة خاصة بالجهاز وتم قياس حجم الجسيمات.

تقدير جهد الزيتا Zeta potential determination : قدر جهد الزيتا للعينات باستخدام جهاز (NanoBrook ZetaPlus Zeta Potential Analyzer) حيث تم اخذ نموذج من العينة المحضرة ووضع في انبوبة خاصة بالجهاز وتم قياس جهد الزيتا.

تحديد شكل الجسيمات باستعمال جهاز المجهر الماسح الالكتروني Scanning Electron Microscope (SEM): تم متابعة شكل الجسيمات باستخدام جهاز المجهر الماسح الالكتروني (SEM) نوع (EFI S50, Holland) حيث حضرت العينة بأخذ قطرة من المعلق المحضر ووضعت على شريحة من الالمنيوم النقي وتركها لحين الجفاف، وضعت الشريحة بعدها في جهاز (SEM) ودون استخدام طلاء.

رقم البيروكسيد للقشدة:

يوضح (الجدول-1) التغير الحاصل في قيم رقم البيروكسيد لنماذج القشدة المتمثلة بمعاملة السيطرة والقشدة المضاف اليها ALA المغلف وغير المغلف خلال مدة الخزن المبرد بدرجة حرارة (1±6) م° والبالغة 15 يوما اذ وجد ان قيم Peroxide Value (POV) تراوحت بين 2-3 ملي مكافئ/كغم دهن للمعاملات المختلفة بعد مرور يوم واحد على الخزن، وارتفعت القيم لجميع المعاملات مع تقدم مدة الخزن، ففي اليوم الخامس عشر فقد ارتفعت قيم POV في المعاملات المضاف لها ALA المغلف وصلت الى ما بين 7-9 ملي مكافئ/كغم دهن، اما في المعاملات المضاف لها ALA غير المغلف فقد وصلت القيم الى 9 و10 في المعاملتين C6 وC7 اما في المعاملات C8، C9 وC10 فقد كانت القيم 11، 15 و18 ملي مكافئ/كغم دهن على التوالي، ووصلت قيمة POV الى 22 ملي مكافئ/كغم دهن في معاملة Cc وهنا يمكن القول ان المعاملات C8، C9 وC10 فضلاً عن معاملة السيطرة اصبحت مرفوضة، بحسب ما ذكر Pearson (1976) بأن قيمة البيروكسيد يجب أن لا تزيد عن 10 ملي مكافئ/كغم زيت في الزيوت الجيدة. ان سبب هذا التطور في قيم رقم البيروكسيد سببه حدوث عملية اكسدة للدهون الموجودة في القشدة (Ruíz and Lendl, 2001; Shahidi, 2000). من قراءة النتائج نجد ان معاملات القشدة المضاف اليها ALA المغلف اعطت قيماً جيدة للبيروكسيد وانها ارتفعت بصورة بطيئة وقليلة وهذا دليل على ان الكبسولات

النانوية ساهمت في حفظ القشدة واعطائها مقاومة لعمليات التأكسد السريعة وان افضل المعاملات كانت ذات الاضافة C1 وC2 خلال مدة الخزن البالغة 15 يوم.

الجدول(1): يوضح قيم رقم البيروكسيد لمعاملات القشدة المختلفة في اثناء الخزن لمدة 15 يوم بدرجة حرارة (6±1) م°.

المعاملة / العمر / يوم	رقم البيروكسيد ملي مكافئ/كغم دهن			
	1	5	10	15
Cc	2	4	7	22
C1	2	4	6	8
C2	2	3	5	7
C3	3	4	5	8
C4	3	5	6	8
C5	2	5	7	9
C6	2	5	7	9
C7	3	6	8	10
C8	2	4	9	11
C9	3	7	8	15
C10	3	8	9	18
قيمة LSD	NS	2.57 *	2.81 *	5.39 *

القراءات تمثل معدلاً لمكررين. * (P<0.05)، NS: غير معنوي.

Cc = معاملة سيطرة سالبة،C1، C2، C3، C4 وC5 أضيف اليها تراكيز 25، 50، 100، 200 و300 ملغم/كغم قشدة من ALA المغلف على التوالي، C6، C7، C8، C9 وC10 أضيف اليها تراكيز 25، 50، 100، 200 و300 ملغم/كغم قشدة من ALA غير المغلف على التوالي.

2:3:4:4 - درجة حموضة الدهن للقشدة:

قدر Acid degree value (ADV) لنماذج القشدة المضاف لها ALA المغلف وغير المغلف خلال مدة الخزن المبرد البالغة 15 يوما بدرجة حرارة (6±1) م° لمتابعة مقدار التحلل الدهني في القشدة، اذ نلاحظ من الجدول (2) ان ADV عند عمر 1 يوم لجميع المعاملات تراوح بين 0.40 الى 0.66 ملي مكافئ/100 غم دهن، تعد هذه النتائج مقبولة اعتماداً على التدرج العالمي المتبع في تحديد قبول او رفض القشدة اعتماداً على قيم ADV لها والذي ينص على ان اعلى قيمة ADV تكون فيه القشدة مقبولة حسياً هو 2.0 ملي مكافئ/100 غم دهن وترفض النماذج التي تتجاوز فيها قيم ADV هذا الحد. جاءت النتائج مقاربة لما وجدته حكيم (2006) بأن متوسط قيم ADV للقشدة المصنعة عند عمر يوم واحد يتراوح بين 0.4821–0.6211 ملي مكافئ/100 غم دهن، ثم حصلت زيادة في قيم ADV لجميع المعاملات عند عمر 5 يوم والتي تراوحت بين 0.45 و0.80 ملي

مكافئ/100 غم دهن واستمرت الزيادة في قيم ADV لتصل الى 0.50، 0.60، 0.66، 0.73 و0.80 ملي مكافئ/100 غم دهن في المعاملات C1، C2، C3، C4 وC5 على التوالي والى 0.93، 0.93 و1.20 ملي مكافئ/100 غم دهن في المعاملات C8، C9 وC10 على التوالي عند عمر 10 ايام، ان سبب هذه الزيادة في قيم ADV يرجع الى فعل الانزيمات المحللة للدهن والتي مصدرها البكتريا المحبة للبرودة والتي تعد هي المسؤول الرئيسي عن تطور قيم ADV في نماذج القشدة اثناء الخزن لأنها تقاوم حتى درجات حرارة التعقيم (عباس، 1988)، بينما لوحظ ان هناك انخفاضاً في قيم ADV في المعاملتين C6 وC7 عند العمر10 ايام اذ كانت 0.53 و0.69 ملي مكافئ/100 غم دهن على التوالي، استمرت هذه القيم في الانخفاض لهاتين المعاملتين وكذلك حصل انخفاض في قيم ADV للمعاملات المضاف لها ALA غير المغلف في عمر 15 يوم اذ تراوحت بين 0.46-0.80 ملي مكافئ/100 غم دهن. ان سبب هذا الانخفاض في قيم ADV يعود الى حدوث اكسدة للحوامض الدهنية وينتج عنه نواتج تحطم ذات وزن جزيئي قليل مثل الديهايدات وغازات وكيتونات وهي التي تسبب تغيراً في الرائحة والطعم (Scrimgeour, 2005)، بالمقابل نجد ان قيم ADV للمعاملات المضاف لها ALA المغلف نانوياً وكذلك معاملة السيطرة استمرت بالارتفاع حتى وصلت الى 0.53-1.06 ملي مكافئ/100 غم دهن في نهاية مدة الخزن مما يدل على انه لم يحصل تحلل للدهن فيها كما في المعاملات المضاف لها ALA غير المغلف، تتماشى هذه النتائج مع النتائج التي حصل عليها Al-Mousawi and Dush (2011) عن حصول ارتفاع في قيم ADV لنماذج القشدة المتمثلة بمعاملة السيطرة والقشدة المضاف لها المستخلص الفلافونويدي للتمر بتراكيز مختلفة عند خزنها لمدة 15 يوم بدرجة حرارة (6±1) م°. تعد المعاملتان C1 وC2 الاقل تطوراً في قيم ADV في اثناء مدة الخزن وهذا دليل على ان التغليف النانوي ساهم في حفظ ALA بصورة جيدة والحد من اكسدته.

الجدول (2): يوضح درجة حموضة الدهن (ملي مكافئ/100 غم دهن) في معاملات القشدة عند خزنها بدرجة حرارة (6±1) م° لمدة 15 يوم.

المعاملة / العمر/ يوم	ADV ملي مكافئ/100 غم دهن			
	1	5	10	15
Cc	0.40	0.46	0.66	0.80
C1	0.40	0.45	0.50	0.53
C2	0.46	0.53	0.60	0.64
C3	0.40	0.60	0.66	0.80
C4	0.46	0.66	0.73	0.93
C5	0.53	0.73	0.80	1.06
C6	0.53	0.73	0.53	0.46

0.60	0.69	0.80	0.60	C7
0.66	0.93	0.60	0.40	C8
0.66	0.93	0.73	0.53	C9
0.80	1.20	0.73	0.66	C10
0.47 *	0.44 *	0.32 *	NS	قيمة LSD

القراءات تمثل معدلاً لمكررين. * (P<0.05)، NS: غير معنوي.

Cc = معاملة سيطرة سالبة،C1، C2، C3، C4 وC5 أضيف اليها تراكيز 25، 50، 100، 200 و300 ملغم/كغم قشدة من ALA المغلف على التوالي، C6، C7، C8، C9 وC10 أضيف اليها تراكيز 25، 50، 100، 200 و300 ملغم/كغم قشدة من ALA غير المغلف على التوالي.

3:3:4:4- الفحوصات المايكروبيولوجية للقشدة:

قدرت الاعداد الكلية للبكتريا مقاسة بوحدة مكونة للمستعمرة/غم (و.م.م./غم) واعداد بكتريا القولون واعداد الخمائر والاعفان لنماذج القشدة المتمثلة بمعاملة السيطرة والقشدة المضاف اليها ALA بعد يوم من تصنيعها وتمت متابعة التغير الحاصل في هذه الاعداد للمعاملات المختلفة في اثناء مدة الخزن المبرد البالغة 15 يوما بدرجة حرارة (1±6) م° اذ اظهرت الارقام في الجدول (3) ان العدد الكلي للبكتريا تراوح بين 4×10^{3}-26×10^{3} و.م.م./غم في المعاملات المختلفة عند عمر يوم واحد، وتشير نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروقات معنوية بين جميع المعاملات عند مستوى معنوية 0.05، وبعد خزن معاملات القشدة في ظروف مبردة حصل ارتفاع في اعداد هذه البكتريا في اثناء الخزن، اذ ارتفع عدد البكتريا في جميع المعاملات مع تقدم مدة الخزن وكان هذا الارتفاع متبايناً بين المعاملات المختلفة، ففي المعاملات المضاف لها ALA المغلف ارتفع عدد البكتريا ليصل بين 6×10^{3}-30×10^{3}، 11×10^{3}-35×10^{3} و22×10^{3}-47×10^{3} و.م.م./غم بعد مرور 5، 10 و15 يوم من الخزن المبرد، حصلت زيادة موازية كذلك في اعداد البكتريا في معاملات القشدة المضاف لها ALA غير المغلف اذ تراوحت بين 8×10^{3}-12×10^{3} و.م.م./غم عند اليوم الخامس و13×10^{3}-26×10^{3} و.م.م./غم عند اليوم العاشر وبلغ 22×10^{3}-44×10^{3} و.م.م./غم في اليوم الخامس عشر ان هذه الزيادة في اعداد البكتريا تعد اقل من الحاصلة في معاملة السيطرة التي ارتفعت فيها الاعداد الى 67×10^{3}، 140×10^{3} و170×10^{3} و.م.م./غم بعد مرور 5، 10 و15 يوم من الخزن المبرد تباعاً. تُظهر النتائج ان المعاملات المضاف لها ALA كانت هي الاقل تطوراً في اعداد البكتريا خلال مدة الخزن مما يدل على ان ALA ثبط من نمو البكتريا لذلك كانت اعدادها اقل مما هي عليه في معاملة السيطرة. ان السبب في ذلك يرجع الى قدرة ALA على تمزيق الغشاء الخارجي للخلايا البكتيرية، فمن المتعارف عليه ان الحوامض الدهنية طويلة السلسلة لها القدرة على تثبيط البكتريا الموجبة لصبغة كرام حتى في التراكيز القليلة (Tuney *et al.*, 2006)، اشار Shin *et al.* (2006) الى الاثر الفعال للحامض الدهني غير المشبع EPA المستخلص من نوعين من سمك السردين في تثبيط فعالية بكتريا *Pseudomonas aeruginosa* عن طريق تمزيق الغشاء الخارجي لهذه الخلايا والذي تم تحديده عن طريق المجهر الالكتروني الماسح SEM. وفي دراسة اخرى اشار Shin *et al.* (2007)

الى تأثير كل من EPA وDHA في تثبيط البكتريا المرضية التي تنتقل عن طريق الاغذية وان الحامض DHA كان له تأثير قوي في تثبيط بكتريا *Pseudomonas aeruginosa*. اما Desbois *et al.* (2009) فقد ذكر في دراسته بأن مستخلص الطحالب ذو التركيز العالي من EPA كان له تأثير كبير في تثبيط بكتريا *Staphylococcus aureus*. ويذكر ان المواصفة القياسية العراقية الخاصة بالحدود المايكروبية للحليب ومنتجاته رقم 5/2270 لسنة (2015) تنص على ان لا تزيد اعداد البكتريا الكلية عن $10x1^5$ و.م.م/غم .

الجدول(3): العدد الكلي للبكتريا (و.م.م./غم) في القشدة خلال مدة الخزن البالغة 15 يوم بدرجة حرارة (6±1) م°.

معاملات القشدة / مدة الخزن (يوم)	العدد الكلي للبكتريا و.م.م./غم ($\times 10^3$)			
	1	5	10	15
Cc	20	67	140	170
C1	4	6	11	22
C2	4	8	19	29
C3	26	30	35	47
C4	17	19	24	39
C5	15	19	22	44
C6	5	11	13	44
C7	7	10	26	41
C8	5	9	22	37
C9	5	8	16	29
C10	9	12	18	22
قيمة LSD	5.39 *	6.94 *	6.72 *	6.92 *

القراءات تمثل معدلاً لمكررين. * (P<0.05).

Cc = معاملة سيطرة سالبة،C1، C2، C3، C4 وC5 أضيف اليها تراكيز 25، 50، 100، 200 و300 ملغم/كغم قشدة من ALA المغلف على التوالي، C6، C7، C8، C9 وC10 أضيف اليها تراكيز 25، 50، 100، 200 و300 ملغم/كغم قشدة من ALA غير المغلف على التوالي.

اظهرت النتائج خلو معاملات القشدة المدروسة جميعاً من بكتريا القولون وربما يعود ذلك الى التأثير الايجابي لـ ALA في منع نمو بكتريا القولون فضلاً عن عمليات التصنيع التي تمت في ظروف معقمة. كذلك قدرت اعداد الخمائر والاعفان لمعاملات القشدة المتمثلة بمعاملة السيطرة ومعاملات القشدة المضاف اليها ALA خلال مدة الخزن المبرد والبالغة 15 يوما على درجة حرارة (6±1) م°، وقد اظهرت النتائج في الجدول (4) عدم وجود نمو للخمائر والاعفان عند الاعمار 1 و5

و10 يوم في جميع المعاملات باستثناء معاملة السيطرة ، تتماشى هذه النتائج مع نتائج الموسوي واخرون (2018) الذين أشاروا الى عدم وجود نمو لا لبكتريا الكوليفورم ولا للخمائر والاعفان في القشطة وانها كانت ذات مواصفات مايكروبية جيدة مما يجعلها ملائمة لاستخدامها في صناعة الجبن المطبوخ ، بينما ظهر نمو للخمائر والاعفان في نهاية مدة الخزن اذ تراوحت اعدادها بين 1×10^{1}-9×10^{3} و.م.م./غم. ان المواصفة القياسية العراقية الخاصة بالحدود المايكروبية للحليب ومنتجاته رقم 5/2270 لسنة (2015) تنص على ان لا يزيد عدد الاعفان والخمائر عن 100 و.م.م/غم قشدة، لذا فان النتائج التي تقدم ذكرها تشير الى ان المعاملات التي اضيف لها تراكيز عالية من ALA المغلف وغير المغلف اظهرت مقاومة اعلى ضد نمو الخمائر والأعفان فيها، وعلى العكس نجد ان المعاملة Cc ظهر فيها نمو للخمائر والأعفان عند عمر 10 ايام اذ كان عددها 4×10^{3} و.م.م./غم وارتفع الى 9×10^{3} و.م.م./غم عند عمر 15 يوم وهو اكثر مما ظهر في المعاملات المضاف لها ALA حتى بالتراكيز المنخفضة.

الجدول(4): يوضح اعداد الخمائر والأعفان في معاملات القشدة المختلفة خلال مدة خزن 15 يوم بدرجة حرارة (6±1) م°.

المعاملات / مدة الخزن (يوم)	عدد الاعفان والخمائر و.م.م./غم			
	1	5	10	15
Cc	0	0	4×10^{3}	9×10^{3}
C1	0	0	0	1×10^{1}
C2	0	0	0	3×10^{1}
C3	0	0	0	2×10^{2}
C4	0	0	0	7×10^{1}
C5	0	0	0	5×10^{1}
C6	0	0	0	13×10^{1}
C7	0	0	0	3×10^{2}
C8	0	0	0	10×10^{1}
C9	0	0	0	3×10^{1}
C10	0	0	0	9×10^{1}
قيمة LSD	NS	NS	2.46 *	4.53×10^{1} *

القراءات تمثل معدلاً لمكررين. * (P<0.05)، NS: غير معنوي.

Cc = معاملة سيطرة سالبة،C1، C2، C3، C4 وC5 أضيف اليها تراكيز 25، 50، 100، 200 و300 ملغم/كغم قشدة من ALA المغلف على التوالي، C6، C7، C8، C9 وC10 أضيف اليها تراكيز 25، 50، 100، 200 و300 ملغم/كغم قشدة من ALA غير المغلف على التوالي.

4:3:4:4 - التقييم الحسي للقشدة:

يبين الجدول (5) نتائج التقييم الحسي لمعاملات القشدة المصنعة والمضاف اليها نسب مختلفة من ALA المغلف وغير المغلف التي تمثلت بدراسة صفات الطعم والنكهة والنسجة والقوام وقابلية النشر واللون والمظهر خلال مدة الخزن البالغة 15 يوم وبدرجة حرارة (1±6) م°، تبين ان جميع المعاملات حصلت على درجات جيدة ومتقاربة لصفة الطعم والنكهة عند عمر 1 يوم من الخزن المبرد اذ تراوحت بين 39-42 درجة من اصل 45 درجة واثبت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروقات معنوية على مستوى احتمال 0.05 مما يدل على كفاءة العملية التصنيعية. في حين حصلت المعاملة C5 المضاف لها تركيز عال من ALA (300 ملغم/ كغم قشدة) على معدل 33 درجة مما أثر في طعم هذه المعاملة. ايضاً اظهرت النتائج في الجدول المذكور حصول انخفاض في معدل الدرجات الممنوحة لصفة الطعم والنكهة مع تقدم مدة الخزن اذ بلغ معدل الدرجات الممنوحة لهذه الصفة بين 35-39 درجة لجميع المعاملات المدروسة ماعدا المعاملة C5 فقد كان المعدل 25 درجة في اليوم الخامس، وفي اليوم العاشر كان معدل الدرجات الممنوحة لهذه الصفة بين 25–37 درجة في المعاملات المضاف لها ALA المغلف اما في المعاملات المضاف لها ALA غير المغلف فتراوحت بين 17–25 درجة اذ لوحظ ان معدل الدرجات كان ينخفض اكثر مع ارتفاع نسبة ALA غير المغلف مما يدل على ان هذه المعاملات اصبحت غير مقبولة من ناحية الطعم والنكهة، بالمقابل نجد ان معاملة السيطرة حصلت على معدل 27 درجة، وفي نهاية مدة الخزن اظهرت النتائج ان جميع المعاملات اصبحت ذا طعم ورائحة مرفوضين باستثناء المعاملتين C1 وC2 المضاف لها تركيز 25 و50 ملغم من ALA المغلف. ان سبب تدهور الطعم والنكهة في معاملات القشدة هو ظهور طعم حامضي خفيف في هذه المعاملات وقد يعود سبب ظهور هذا الطعم الى انخفاض الاس الهيدروجيني (حكيم، 2006). فضلاً عن ظهور الطعم والنكهة التزنخية الناتجة عن تأكسد الحوامض الدهنية غير المشبعة ولا سيما في معاملات ALA غير المغلف والمعاملات المضاف اليها نسب عالية من ALA المغلف وكذلك معاملة السيطرة. فيما يتعلق بصفة النسجة فقد اظهرت النتائج في الجدول (5) عدم وجود فروقات معنوية في معدل الدرجات الممنوح لهذه الصفة بين جميع المعاملات حتى عمر 10 ايام والذي تراوح بين 23–28 درجة باستثناء المعاملتين الحاويتين على تركيز 300 ملغم/ كغم قشدة من ALA المغلف وغير المغلف C5 وC10 التي حصلت على معدل 20 و22 درجة لهذه الصفة على التوالي، وباستمرار مدة الخزن انخفض المعدل في المعاملات C9 وC10 الى 17 و20 درجة.

لم تظهر النتائج فروقات معنوية في معدلات الدرجات الممنوحة لصفه اللون والمظهر خلال مدة الخزن، كذلك اظهرت جميع المعاملات قابلية جيدة على النشر عند الاعمار الخزنية المختلفة من 1 الى 15 يوم. تتفق هذه النتائج مع نتائج Kolanowski and Weibbrodt (2007) والتي تضمنت اضافة زيت السمك الى القشدة بنسب تراوحت من 10 الى 200 ملغم/كغم قشدة، اذ منحت المعاملات ذات التركيز الاقل (10 الى 50 ملغم) من زيت السمك معدل درجات اعلى من المعاملات ذات التراكيز العالية منه. نستدل من قراءة نتائج التقييم الحسي ان افضل المعاملات كانت C1 وC2

التي منحت اعلى الدرجات من قبل المقيمين فقد بلغ مجموع الدرجات فيها 85 و82 درجة على التوالي عند نهاية مدة الخزن مما يعطي دلالة على انها حافظت على صفات الطعم والنكهة والنسجة والقوام واللون والمظهر وقابلية النشر لها طوال مدة الخزن البالغة 15 يوم مقارنة بمعاملة السيطرة التي اظهرت انخفاض في الدرجات الممنوحة لهذه الصفات، وبهذا فان هذه النتائج تعطي مؤشراً على كفاءة طريقة التغليف النانوي لـ ALA في الحفاظ عليه من التأكسد واطالة مدة خزن القشدة المدعمة به مع تأمين وصولها سالمة وبصفات حسية جيدة الى المستهلك.

الجدول(5): نتائج التقييم الحسي لمعاملات القشدة المختلفة خلال مدة الخزن بدرجة حرارة (6±1) م° ولمدة 15 يوم.

المعاملة القشدة	العمر (يوم)	الطعم والنكهة (45)	النسجة والقوام (30)	اللون والمظهر (15)	قابلية النشر (10)	المجموع (100)
Cc	1	40	28	13	9	90
C1		41	28	14	9	92
C2		42	28	14	9	93
C3		40	26	13	9	88
C4		39	26	12	9	86
C5		33	24	12	8	77
C6		41	28	14	9	90
C7		40	28	13	9	90
C8		40	27	13	9	89
C9		40	28	13	9	90
C10		40	28	13	9	88
Cc	5	36	27	13	8	84
C1		39	27	14	9	89
C2		38	27	14	9	88
C3		37	25	14	9	85
C4		35	25	13	9	82
C5		25	25	13	8	71

المعاملة القشدة	العمر (يوم)	الطعم والنكهة (45)	النسجة والقوام (30)	اللون والمظهر (15)	قابلية النشر (10)	المجموع (100)
C6		37	27	13	9	86
C7		36	27	13	9	85
C8		36	27	13	9	85
C9		35	27	13	9	84
C10		33	27	13	9	82
Cc	10	27	26	13	8	74
C1		37	28	14	9	88
C2		35	27	14	9	85
C3		30	25	13	8	76
C4		28	23	13	7	71
C5		25	20	13	6	64
C6		25	24	13	8	70
C7		23	24	13	8	68
C8		22	23	13	8	66
C9		20	23	13	7	63
C10		17	22	13	7	59
Cc	15	20	26	12	8	66
C1		37	27	13	8	85
C2		35	26	13	8	82
C3		22	25	13	8	68
C4		19	23	12	7	61
C5		15	20	12	6	53

المعاملة القشدة	العمر (يوم)	الطعم والنكهة (45)	النسجة والقوام (30)	اللون والمظهر (15)	قابلية النشر (10)	المجموع (100)
C6		19	23	12	7	61
C7		17	22	11	7	57
C8		16	22	10	7	55
C9		14	20	8	6	48
C10		10	17	6	6	39
قيمة LSD		4.21 *	4.77 *	2.16 *	2.08 *	6.96 *

القراءات تمثل معدل لسبعة مكررات. * (P<0.05).

Cc = معاملة سيطرة سالبة،C1، C2، C3، C4 وC5 أضيف اليها تراكيز 25، 50، 100، 200 و300 ملغم/كغم قشدة من ALA المغلف على التوالي، C6، C7، C8، C9 وC10 أضيف اليها تراكيز 25، 50، 100، 200 و300 ملغم/كغم قشدة من ALA غير المغلف على التوالي.

المصادر

حكيم، ابتهاج مصطفى، (2006). استخدام بعض مضادات الاكسدة لتحسين نوعية الجبن الطري والقشدة، رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

المواصفة القياسية العراقية، (2015). وزارة التخطيط والتعاون الانمائي العراقية/الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية. المواصفة القياسية رقم (5/2270) الحدود المايكروبية في الاغذية، الجزء الخامس، الحدود المايكروبية للحليب ومنتجاته.

Ali, N.S.and Juthery, H. W. A. (2017). The application of nanotechnology for micronutrient in agricultureal production (Review Artiicle), The Iraqi Journal of Agricultural Sciences –489-441: (9) 48/ 7107.

Aliabadi, H. M., S. Elhasi, A. Mahmud, R. Gulamhusein, P. Mahdipoor. and A. Lavasanifar. (2007). Encapsulation of hydrophobic drugs in polymeric micelles through co-solvent evaporation: the effect of solvent composition on micellar properties and drug loading. International journal of pharmaceutics. 329(1), 158-165.

Al-Mousawi, A. j., and Dush, A. S. (2011). The use of flavonoids extracted from dates as antioxidants in cream, Journal of Basic Education, Al-Mustansiriya University - Iraq, Issue 17, Volume 71, pp. 629-642.

Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.). (2008). Official Methods of Analysis 16th ed. Association of Official Analytical Chemists International Arligton, Virginia, U.S.A.

Byun, Y., J.B. Hwang, S.H. Bang, D. Darby, K. Cooksey, P.L. Dawson, H.J. Park. and S. Whiteside. (2011). Formulation and characterization of α-tocopherol loaded poly ε-caprolactone (PCL) nanoparticles. Lwt- food science and technology. 44(1), 24-28

Chaudhry, Q., M. Scotter, J. Blackburn, B. Ross, A. Boxall, L. Castle, R. Aitken. and R. Watkins. (2008). Applications and implications of nanotechnologies for the food sector: part a. food additives and contaminants. 25(3), 241-258.

Davidson, M. H, E. A. Stein, H. E. Bays, K. C. Maki, R. T. Doyle, R. A. Shalwitz, C. M. Ballantyne and H. N. Ginsberg. (2007). Efficacy and tolerability of adding prescription omega-3 fatty acid 4g/d to simvastantin 40 mg/d in hypertriglyceridemic patients an 8-week, randomized doubleblind, placebo-controlled study, Clinical Therapeutics., Vol. 29, Number 7.

Deeth, H.G. and C.H. Fiz-Gerald. (1976). Lipolysis in dairy products: a review. Aust. J. dairy. Tech. 31, 53.

Desbois, A. P., Mearns-Spragg, A., and Smith, V. J. (2009). A fatty acid from the diatom Phaeodactylum tricornutum is antibacterial against diverse bacteria including multi-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). Marine Biotechnology, 11(1), 45-52.

Frankel, E. N. and N.P. Tarassuk. (1955). The specificity of milk lipase. 11 kinotics and relative lipolytic activity in different milks. J. dairy sci. 39, 1517-1522.

Gibbs, B. F., Kermasha, S., Alli, I., and Mulligan, C. N. (1999). Encapsulation in the food industry: a review. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 50, 213–224.

Habib, S. M. (2010). Nanoencapsulation of Omega-3 fatty acid and modeling thermal stability. A master thesis. University of Jordan.

Helmut Kaiser Consultancy. (2010). Nanotechnology in food and food processing industry. Cited Oct 25, 2010. Available from www.hkc22.com/Nanofood.html

Kolanowski, W. and Weibbrodt, J. (2007). Sensory quality of dairy products fortified with fish oil. International Dairy Journal, 17, 1248-1253.

Kris-Etherton, P. M., Harris, W. S. and Appel, L. J. (2002). Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. American Heart Association. Circulation, 106, 2747- 2757.

Liu, A.R., S.C. Chen, X.M. Lin, S.Y. Wu, T. Xu, F.M. Cai, J. (2010). Raesh. Endophytic Pestalotiopsis species spp. associated with plants of Palmae, Rhizophoraceae, Planchonellae and Podocarpaceae in Hainan. China. African Journal of Microbiology Research. 4, 2661-2669.

Mora-Huertasa, C.E., H. Fessi and A. Elaissari. (2010). Polymer-based nanocapsules for drug delivery. International journal of pharmaceutics. 385, 113-142.

National Institutes Of Health (NIOH). (2004). E. F. A. Education, food choices http://efaeducation.nih.Gov/sig/food.html. Accessed 22 Nov 04.

Neethirajan, S. and D.S Jayas. (2010). Nanotechnology for the food and bioprocessing industries. Food bioprocess technol. online firstTM 19 Feb. DOI:10.1007/s11947-010-0328-2.

Nelson, J. A. and Trout, G. M. (1964). Judging dairy products. The olsen publishing co. Milwaukee. Wis. 53212. U.S.A.

Pearson, D. (1976). The chemical analysis of foods0 7th ed; Churchill livingstone. Edinburgh. London and New York.

Quintanar, D., H. Fessi, E. Doelker and E. Alleman. (2005). Method for preparing vesicular nanocapsules. Us patent 6884438.

Ruiz, A., and Lendi, B. (2001). A rapid method for peroxide valus determination in edible oils based on flow analysis with Fourier transform infrared spectroscopic detection. Analyst, 126(2), 242 – 246.l.

Scrimgeour, C. (2005). Chemistry of fatty acids. In Shahidi, F. (ed.) baileys industrial oil and fat producs, (sixth ed). 1-43, New jersey: John Wiley and Sons. Inc.

Shahidi, F. (2000). Antioxidants in food and Food antioxidants Molecular Nutrition & Food Research, 33, 501-163.

Shin, S. Y., Bajpai, V. K., Kim, H. R. and Kang, S. C. (2007). Antibacterial activity of bioconverted eicosapentaenoic (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) against foodborne pathogenic bacteria. International journal of food microbiology, 113(2), 233-236.

Tuney, I., Cadirci, B. H., Ünal, D. and Sukatar, A. (2006). Antimicrobial activities of the extracts of marine algae from the coast of Urla (Izmir, Turkey). Turkish Journal of Biology, 30(3), 171-175.

Weiss, J., P. Takhistov and D.J. Mcclements. (2006). Functional materials in food nanotechnology. J food sci. 71(9), 1107-1115.

Studying The Effect Of Fortification With Alpha-Linolenic Acid Coated By Nanotechnology In Some Qualitative Characteristics Of Cream

Emad. K. Slewa [1,2] **A. J. AL- Mousawi** [2]

[1] Office of planning and follow up, Ministry of Agriculture, Baghdad, Iraq.
[2] Department of food science, College of Agricultural Engineering sciences, University of Baghdad, Baghdad, Iraq.

Abstract:

Concentrations of 25, 50, 100, 200 and 300 mg of nano-encapsulated and non-encapsulated Alpha-Linolenic Acid (ALA) were used to enrich 1 kg of manufactured cream. The treatments to which encapsulated ALA was added were less susceptible to the oxidation process than the treatments to which ALA non-encapsulated was added. The Poly Lactic Acid (PLA) coating had a major role in protecting ALA by forming a protective layer that protects this acid from the action and activity of lipase enzymes. Adding encapsulated ALA to cream limited microbial growth in it. The results of the sensory evaluation indicated that Treatment C1 obtained the highest average score for the characteristics of taste, flavor, texture characteristics, color, appearance, and spreadability, which were 37, 27, 13, and 8 degrees, respectively, at the end of the storage period. Thus, it had the highest total score among all other cream treatments, which is 85 degrees. In contrast, it was found that the lowest Total scores of 39 and 48 were obtained by treatments C10 and C9, which indicates that encapsulating ALA and adding it to the cream helped preserve it for a longer period without affecting its various characteristics.

Keywords: Nanoencapsulation, Cream, Alpha-linolenic acid

The research extracted from a master's thesis for the first researcher