دراسة الكفاءة الخزنية لليوغرت المحلي المدعم بزيت الكتان المغلف بمستحلب بروتين وصمغ الحلبة وجودته بعد الخزن

د.عفاف عبد الرحمن أيوب
الجامعة التكنولوجية – مركز البحوث البيئية
د. سوسن مصطفى عبد الرحمن
جامعة بغداد – كلية علوم الهندسة الزراعية
Afaf.A.Ayoub@uotechnology.edu.iq

مستخلص البحث:
استخدم زيت الكتان المعصور بالعصر البارد والمغلف تغليف دقيق بصمغ وبروتين الحلبة لتصنيع يوغرت وظيفي وأجريت تحاليل كيميائية لليوغرت خلال فترة الخزن شملت تقدير حموضة الدهن، رقم البيروكسيد، الاس الهيدروجيني والحموضة الكلية سجلت المعاملة T2 قيمة ADV و 1.23 PV مليمكافئ /100 غم دهن و1.45مليمكافئ/ كغم دهن على التوالي ، المعاملة T1 كانت ذات قيم ADVو PV مقبولة بعد مرور 20 يوماً على الخزن .ان نتائج الاختبارات الريولوجية من تقدير اللزوجة ،نضوح الشرش وقابلية حفظ الماء اكدت ان اغناء اليوغرت بمسحوق زيت الكتان المغلف T1 قد أدى الى تحسين الخصائص الريولوجية اذ زادت اللزوجة وقابلية مسك الماء مقارنة بمعاملة السيطرة C و معاملة T2 في حين ان نضوح الشرش كان الأقل بينهما .

الكلمات المفتاحية: اليوغرت المدعم، زيت الكتان ، التغليف الدقيق ،كفاءة الخزنية
*البحث مستل من أطروحة الباحث الأول

المقدمة:

اكتشفت بذور الكتان وزرعت في بلاد ما بين النهرين منذ 5000 عام قبل الميلاد، ومنذ تسعينات القرن الحالي استخدمت الياف الكتان لتصنيع الملابس والورق بشكل اساسي، واليوم تنتشر زراعتها على مساحة تصل 2.6 مليون هكتار(10.4 مليون دونم Ahmad). (et al.,2023 تم استخدام بذور الكتان ومنتجاتها في النظام الغذائي البشري نظراً لقيمتها الغذائية التي تحدد من خلال الزيت والبروتينات عالية الجودة يليها محتوى الالياف القابلة وغير القابلة للذوبان (Lorenc et al.,2022). الاسم العلمي لبذور الكتان Linum usitatissimum وتعد مصدراً وفيراً للأحماض الدهنية المتعددة المشبعة والاحماض الدهنية متعددة غير المشبعة القصيرة السلسة والالياف القابلة للذوبان وغير القابلة للذوبان والقشور ومضادات الاكسدة والبروتينات ، تصل نسبة الدهون فيها إلى 41% على اساس الوزن وتعد نسبة مرتفعة جداً (Yakdhane et al .,2021) تحتوي بذرة الكتان على عدد من الاحماض الدهنية الاساسية (EFAs، Essential Fatty Acids)، بما في ذلك حامض اللينوليك ((ω6) linoleic acid) وحامض اللينولينيك (linolenic acid ALA (ω3) من المعروف أن هذه الاحماض الدهنية تعمل بشكل كبير على تقليل مشكلات القلب والاوعية الدموية لدى المرضى الذين يعانون من اضطرابات ومشكلات صحية في القلب والاوعية الدموية ، بالإضافة لذلك لها تأثيرات في نمو الدماغ للرضع ونشاط مضاد للسرطان ونقص السكر بالدم . تحتوي بذور الكتان على مواد نشطة بيولوجيا كالألياف القابلة للذوبان والببتيدات والفيتامينات والمعادن خصوصاً المغنيسيوم والكالسيوم والفسفور (Ardabilchi et al.,2020) ، يصل محتوى الزيت ببذور الكتان إلى اكثر من 30%(حسب الاختلافات الوراثية للأصناف ،بيئة النمو ، طرائق الاستخلاص والتحليل الكيميائي المتبع) يقدر 53% تقريباً منها هو حامض اللينولينيك ALA،17%حامض

اللينوليك LA،19%حامض الاوليك ،3% حامض الستياريك و5% حامض البالمتك وبذلك فأنها تعد بديلاً ممتازاً لتزويد جزء من سكان العالم المتمركزين في مناطق لا يصلها الاطعمة البحرية بصورة كافية (Bernacchia *et al.*,2014).

واجهت البحوث الغذائية تحديات كبيرة في هذا القرن ومنها الإنتاج الغذائي المستدام والتي تحققه جودة عالية للمنتجات الغذائية بمميزات وقائية من الامراض السائدة كالسكر والسمنة وامراض القلب (رمضان ،2020). يعد زيت الكتان من مصادر الاوميكا المهمة لرخص ثمنه وسهولة تنقيته بالاحماض الدهنية وبالأخص الاوميكا-3 التي تعد من الاحماض الضرورية الاساسية ليست فقط للنمو وانما لها تأثير ايجابي على القلب والدماغ والعينين والمفاصل والجلد كما أن لها دوراً مهماً جداً في الوقاية من امراض الشريان التاجي وارتفاع ضغط الدم ومرض السكري .

(Kaushik *et al.*,2015). إن التغليف الدقيق Microencapsulation بتقانة التجفيف بالتجميد (التجفيد) أو التجفيف بالرش لأنتاج الغذاء على نطاق تجاري يعد من التقنيات الواعدة لانها تعمل حاجز بين مادة الكبسولة والبيئة المحيطة ومن افضل مواد التغليف هي المستحلبات لصفاتها الاستقرارية العالية ضمن مدى اس هيدروجيني كبير (Su *et al.*,2022)و(Su *et al.*,2023).

ان مستحلبات الزيت في الماء تعد النظام الأكثر استقراراً لليوغرت الوظيفي يحضر المستحلب بطرائق مختلفة اشهرها الموجات الصوتية الفائقة الشائع لتغليف زيت بذور الكتان وزيوت الاسماك بالمزامنة مع تقانة التجفيف بالرش أو التجفيف بالتجميد ، حيث يستخدم خليط من الكربوهيدرات والبروتينات مثل الصمغ العربي والمالتودكسترين والأنيولين والجيلاتين وكازينات الصوديوم والتي تمثل بوليمرات لمادة الجدار لأنتاج الكبسولات الدقيقة (Gumus and Gharib Zahedi .,2021).

ان الهدف الأساس هو دراسة تأثير اضافة زيت الكتان الى منتوج اليوغرت لتصنيع اليوغرت الوظيفي مدعم بزيت الكتان المغلف تغليفاً دقيقاً وتأثير الاضافات في الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية لتحديد جودة المنتوج

المواد وطرائق العمل

1- مصدر الحليب

استعمل حليب ابقار خام كامل الدسم مخلوط للموسم الخريفي 2021 من معمل البان كلية علوم الهندسة الزراعية /جامعة بغداد ، كما استخدم الحليب الفرز المجفف في تعديل نسبة المواد الصلبة الكلية علامة Regale الفرنسي المنشأ تم الحصول عليه من الاسواق المحلية لمدينة بغداد.

2- البوادئ المستخدمة في تصنيع اللبن الرائب

استعملت سلالات من بكتريا *Streptococcus salivarius Subsp thermophilus* و Lactobacillus *delbrueckii Subsp bulgaricus* من شركة Danisco أمارتيه المنشأ .

3- تحضير زيت الكتان المغلف

تم استخلاص صمغ ومعزول بروتين الحلبة لتحضير مادة الغلاف، ثم أجريت عملية تغليف زيت الكتان Microencapsulation بتحضير محلول البروتين بتركيز 3% واضافة زيت الكتان الممزوج مع التوكوفيرول بنسبة 0.83% مع التجنيس لمدة 5 دقائق على المازج الكهربائي بعدها اضيف محلول الصمغ بتركيز 0.5% والتجنيس لمدة 15 دقيقة ثم عدل الاس الهيدروجيني 4.5 واضيف انزيم Transglutaminase بتركيز 5% وأجريت عملية التجفيد للحصول على مسحوق زيت الكتان المغلف (أيوب،2024).

4- اختبارات الحليب

اخذت عينة من الحليب الخام كامل الدسم واجراء الفحوصات لمعرفة مكونات الحليب المستعمل في تصنيع اللبن الرائب باستخدام جهاز Milko taster (الجهاز الالكتروني لتقدير مكونات الحليب) ، قدرت النسب المئوية للدهن ،البروتين ،المواد الصلبة الكلية ،المواد الصلبة اللادهنية .

5- تصنيع اليوغرت الوظيفي

حضر اليوغرت المدعم بزيت الكتان بالطريقة التي اوردها Andino (2011). استخدم حليب الابقار الخام كامل الدسم من معمل البان كلية علوم الهندسة الزراعية – جامعة بغداد، واضيف له حليب منزوع الدسم علامة Regaleالفرنسي المنشأ لتعديل نسبة المواد الصلبة إلى 12.98%، قسم الحليب على ثلاث مجاميع حسب الجدول ادناه ، أجريت عملية التجنيس ثم عملية البسترة بدرجة حرارة 90 مْ لمدة 10 دقائق ثم تبريد لدرجة 42 مْ. أجري التلقيح بالبادئ البكتيري بنسبة 3% بطريقة الاضافة المباشرة وحسب تعليمات الشركة المنتجة بعدها التعبئة بعبوات بلاستيكية معقمة وتعليم العبوات ثم وضعت العبوات في الحاضنة بدرجة حرارة 42 مْ لحين اتمام التخثر تقريباً 3.5 ساعة حيث يصبح الاس الهيدروجيني 4.5، اخرجت العبوات من الحاضنة وصولاً لدرجة 10 مْ بعدها نقلت للثلاجة للتبريد والحفظ عند درجة 4 مْ لأجراء الاختبارات المطلوبة.

اسم المعاملة	تفاصيلها	نسبة أضافة الزيت	الملاحظات
C معاملة السيطرة	يوغرت بدون إضافة زيت	ــــــــــــــ	
T_1 معاملة اولى	اليوغرت المدعم بزيت كتان مغلف	%2	زيت كتان مغلف
T_2 معاملة ثانية	اليوغرت المدعم بزيت كتان غير مغلف	%2	زيت كتان غير مغلف

6- الاختبارات الفيزيوكيميائية والريولوجية لليوغرت المصنع

6-1- التحليل الكيميائي لليوغرت المصنع أثناء فترة الخزن:

تقدير الرطوبة

قدرت النسبة المئوية للرطوبة وفقاً للطريقة التي ذكرها A.O.A.C. (2010) وذلك بوزن 3 غم من الأنموذج ووضع في جفنة خزفية في فرن كهربائي ذي درجة حرارة 105مْ لحين ثبات الوزن. طبقت المعادلة التالية لحساب النسبة المئوية للرطوبة

الرطوبة% = وزن العينة مع الجفنة قبل التجفيف – وزن العينة مع الجفنة بعد التجفيف / وزن العينة *100

تقدير الرماد

أجري الفحص وذلك بوضع مسحوق البذور في فرن الترميد (Muffle Furnace) على درجة حرارة 550 م لمدة 5 ساعات لحين الحصول على رماد باللون الابيض بحسب الطريقة الواردة في A.O.A.C (2010)حسبت نسبة الرماد من المعادلة التالية

الرماد %= وزن الجفنة مع الأنموذج بعد الحرق - وزن الجفنة الفارغة /وزن العينة الاصلية *100

تقدير نسبة البروتين

قدرت نسبة النتروجين الكلي بوزن 2 غم من عينة اليوغرت ووضع في قنينة الهضم لجهاز مايكروكلدال واضيف إليها 5 مل حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4) مع اضافة مسحوق الهضم

(كبريتات البوتاسيوم اللامائية وكبريتات النحاس)،تمت عملية الهضم بمنظومة التحليل نوع Behr S2 المانية المنشأ (Ling,2008) .

تقدير نسبة الدهن

قدرت نسبة الدهن في عينة اليوغرت باستخدام طريقة كبربر (Ling,2008).

تقدير الكربوهيدرات

قدرت حسابياً بطريقة الفرق حسب ما ذكره (صادق،2019) .

الكربوهيدرات %= 100- (الرماد+ البروتين + الدهن + الرطوبة)

تقدير النتروجين غير البروتيني

حسب النتروجين غير البروتيني وفق طريقة Ling (2013)، يوزن 5 غم من اليوغرت تمزج بوعاء خزفي سعة 100 مل ويضاف إليها ماء مقطر دافئ 25 مل مع التحريك ثم يضاف 25 مل من حامض الخليك ثلاثي الكلور (T.C.A.) 24% تركيزه النهائي يصبح 12% وترك المحلول لمدة 10 دقائق بعدها أجريت عملية الترشيح خلال ورق ترشيح Whatman No.42غسلت الرواسب عدة مرات بالماء المقطر . بعدها جمع الراشح في قنينة حجمية سعة 100 مل وأكمل الحجم للعلامة ، ثم اخذ 10 مل إلى قنينة هضم جهاز مايكروكلدال واضيف إليها 10 مل حامض الكبريتيك المركز 98%مع مسحوق الهضم (كبريتات البوتاسيوم اللامائية وكبريتات النحاس) واتمام عملية الهضم والتقطير باستخدام بمنظومة التحليل نوع Behr S2 المانية المنشأ.

2-6- الاختبارات الفيزيوكيميائية لليوغرت المصنع أثناء فترة الخزن

تقدير حموضة الدهن Acid Degree Value (ADV)

قدرت حموضة الدهن وفقاً لما ذكره Bureau of dairy industry (BDI)وذلك باستخلاص الدهن من 35 غم من اليوغرت المخفف بالماء1:3 باستخدام 10 مل من (BDI) (يتكون من 30 غم من Tiron x-100مع 70غم من Sodium hexameta phosphate، أجري التسخين لدرجة الغليان لمدة 20 دقيقة مع التحريك المستمر ، بعدها طرد مركزي 2000 xgلمدة 1 دقيقة أخذ بعدها اضيف كحول اثيلي معادل 50%ثم نبذ مركزي مرة اخرى . أخذ وزن دهن ووضع في دورق مخروطي 100مل واضيف 5مل من هكسان :بروبانول (4:1) بعدها أجريت عملية التسحيح بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي عياريته 0.02 بوجود دليل الفينولفثالين (Deeth and Fitz – Geraid, 2006) .

درجة حموضة الدهن =((حجم القاعدة المستهلكة مع الأنموذج - حجم القاعدة المستهلكة مع البلانك)xعيارية القاعدة / وزن الدهن غم) 100x

تقدير رقم البيروكسيد Peroxide Value (PV)

استخدمت الطريقة التي أعتمدها A.O.A.C(2010) بإذابة 5 غم من الدهن في 30 مل من المذيب (60% حامض خليك + 40% كلوروفورم) بعدها اضيف 0.5 مل محلول يوديد البوتاسيوم المشبع ،مزج لمدة 2 دقيقة ثم اضيف 30 مل ماء مقطر مع التحريك وتمت عملية التسحيح مع محلول ثايوسلفات الصوديوم عياريته 0.01 مع الرج الشديد وحسب رقم البيروكسيد على اساس عدد ملي مكافئات ثيوكبريتات الصوديوم لكل 1كغم دهن . رقم البيروكسيد (مليمكافى/كغم دهن)=عدد مليلترات الثايوسلفات الصوديومX عياريته / وزن الأنموذج غم 100X

تقدير الاس الهيدروجيني

تم تقدير الاس الهيدروجيني باستخدام جهاز pH meter مباشرة في عينة اليوغرت .

تقدير الحموضة الكلية Total Titratable Acidity (TA)

وزن 9 غم من اليوغرت في دورق واضيف إليها بضع قطرات من دليل الفينولفثالين بعدها سححت مع هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.1 عياري لحين ظهور اللون الوردي (A.O.A.C,2010).

الحموضة الكلية = الحجم المستهلك من NaOH X عياريته 0.1 0.9X / وزن الأنموذج 100X

3- النتائج والمناقشة

1- التركيب الكيميائي للحليب المستعمل في صناعة اليوغرت

استخدم حليب ابقار كامل الدسم تركيبه الكيميائي مثبت في جدول (1) إذ بلغت النسب المئوية للرطوبة ،البروتين ،الدهن ،المواد الصلبة الكلية والمواد الصلبة غير الدهنية 87.12 و4.34 و3.48 و12.98 و9.50 % على التوالي ، فيما كان الاس الهيدروجيني والحموضة التسحيحية المحسوبة على اساس حامض اللاكتيك والوزن النوعي فقد كانت 6.62 و0.15 % و1.032 على التوالي .تعد هذه النسب ضمن الحدود الطبيعية لحليب الابقار الكامل وهي مقاربة لما حصل عليه (العزاوي ،2018).

جدول (1) التركيب الكيميائي للحليب

المكونات	الحليب كامل الدسم	الحليب الكامل الدسم المعدل نسبة المواد الصلبة الكلية فيه
الرطوبة%	87.75	87.12
البروتين%	3.54	4.34
الدهن%	3.43	3.48
الاس الهيدروجيني	6.63	6.62
الحموضة التسحيحية%	0.15	0.15
المواد الصلبة الكلية %	12.6	12.88
المواد الصلبة غير الدهنية%	9.17	9.50
الوزن النوعي	1.030	1.031

2- التحليل الكيميائي لليوغرت

تم التحليل الكيميائي لمعاملات اليوغرت المختلفة وهي معاملة السيطرة (C) ومعاملة اليوغرت المدعم بزيت الكتان المغلف (T1) ومعاملة اليوغرت المدعم بزيت الكتان غير المغلف (T2) بنسبة تدعيم 2% ، من الجدول (2) نجد التركيب الكيميائي لليوغرت تفوقت نسبة الرطوبة المئوية في معاملة السيطرة (C) (اليوغرت المصنع من الحليب الكامل غير المدعم) غير معنوية وهي تقارب ما حصل عليه Ahmad واخرون (2021) ، الجدول يوضح العلاقة العكسية بين نسبة الرطوبة ومدة الخزن وذلك لتبخر جزء من الماء اثناء الخزن وهذا يتفق مع الشيخ واخرون (2018) الذي اشار إلى انخفاض نسبة الرطوبة المئوية اثناء فترة الخزن البالغة (21) يوماً . فيما كانت نسبة البروتين لمعاملات اليوغرت الثلاث معاملة السيطرة 4.34% لليوم الاول وتصل إلى 4.60 % بعد 21 يوماً من الخزن ، وعند مقارنة معاملة التدعيم بالزيت المغلف (T1) ومعاملة التدعيم بالزيت غير المغلف (T2)كانت نسب البروتين 4.65 و4.38 % على التوالي لليوم الاول و5.41و 4.78% على التوالي لليوم 21 من الخزن، العلاقة بين نسبة البروتين و مدة الخزن علاقة طردية وقد اشار البدراني (2017) إلى أن مدة الخزن لها دور في ارتفاع نسبة البروتين وضح الجدول (2) نسبة الدهن لمعاملة السيطرة (C) كانت3.48% وارتفعت 3.86% بعد21 يوماً خزن و لمعاملتي (T1) و(T2) فقد

ارتفعت نسبة الدهن أثناء الخزن من 4.01 و3.90 % لليوم الاول للمعاملتين على التوالي لتصل 4.70 و 4.51 % لليوم 21 من الخزن ، وكانت هناك فروق معنوية بين المعاملات وأن الزيادة في نسبة الدهن استناداً للتدعيم الذي أدى دوراً واضحاً وهذا يتفق مع Ahmed واخرون (2021) الذي اشار إلى أن التدعيم بأحماض الأوميجا يعمل على زيادة نسبة الدهن في اليوغرت فقد كانت نسبة الدهن لليوغرت غير المدعم واليوغرت المدعم بزيت الكتان المغلف 3.50 إلى 4.24 % على التوالي ، يظهر الجدول (2) الانخفاض في نسبة الكربوهيدرات لعموم معاملات اليوغرت الثلاث أثناء مدة الخزن 21 يوماً ذكر (Yilmaz-Ersan and Kurdal., 2014) انخفاض الكربوهيدرات أثناء الخزن لاستمرار عملية التخمر لبكتريا البادئ التي تقوم بتحويل سكر اللاكتوز إلى حامض اللاكتيك اما عن نسبة الرماد لمعاملة السيطرة تراوحت من 0.61 %إلى 0.90 % في اليوم الاول وبعد 21 يوماً خزن ، ومعاملتي التدعيم بالزيت المغلف(T1) وزيت الكتان غير المغلف (T2) فكانت 0.70 % و0.57 % في اليوم الاول وبعد 21 يوماً خزن وصلت إلى 1.08% و1.10 %على التوالي حيث ادى انخفاض المحتوى الرطوبي للعينات أثناء الخزن لارتفاع نسبة الرماد ذكرZahran واخرون (2022) أن تدعيم اليوغرت باوميكا-3 يعمل على زيادة نسبة الرماد في المنتوج .

جدول(2) التحليل الكيميائي لليوغرت خلال مدة الخزن

المعاملة	عمر اليوغرت (اليوم)	الرطوبة %	البروتين %	الدهن %	الكربوهيدرات %	الرماد %	NPN
C	1	87.12	a4.34	a3.48	l4.45	b0.61	b0.0230
	7	86.95	c4.40	b3.50	k4.40	e0.75	c0.0242
	14	86.70	e4.52	c3.70	j4.28	f0.80	e0.0254
	21	86.51	f4.60	d3.86	i4.13	h0.90	g0.0267
T1	1	87.00	h4.65	f4.01	e3.64	c0.70	h0.0271
	7	86.54	j5.03	i4.22	d3.40	g0.81	j0.0284
	14	86.21	k5.12	j4.45	c3.23	i0.99	k0.0291
	21	85.78	l5.41	l4.70	a3.03	j1.08	l0.0298
T2	1	87.05	b4.38	e3.90	h4.10	a0.57	a0.0228
	7	86.93	d4.50	g4.02	g3.81	d0.74	d0.0244
	14	86.51	g4.64	h4.19	f3.67	i0.99	f0.0265
	21	86.39	i4.78	k4.51	b3.22	k1.10	i0.0278
LSD		4.072 NS	0.859 *	1.026 *	1.293 *	0.417 *	0.0042 *

* (P≤0.05).

3- الاختبارات الفيزيوكيميائية لمعاملات اليوغرت المدعم المختلفة اثناء مدد مختلفة من الخزن

ان الاختبارات الفيزيوكيميائية لمعاملات اليوغرت المدعم بزيت الكتان المغلف (T1) وزيت الكتان غير المغلف (T2) ومعاملة السيطرة (C) أثناء مدة الخزن البالغة 21 يوماً على درجة حرارة الثلاجة 4 مْ يوضحها الجدول (3) ان التحلل الدهني والتي يعبر عنها بدرجة حموضة الدهن Acid Degree Value(ADV) سجلت في اول يوم 0.43 لمعاملتي السيطرة و (T1)، أما عن معاملة (T2) فهي 0.55 لوحظ فروقاً معنوية عند مستوى P<0.05 بين المعاملات الثلاث بعد الخزن،

الارتفاع التدريجي لقيم ADV أثناء مدة الخزن اعطى فروقاً معنوية P<0.05 بين المعاملتين T1و T2 أثناء مدة الخزن 14 يوماً و21 يوماً فيما نجد أن معاملة T2 كانت قيم ADV لها أثناء الاسبوع الاول 1.23 مليمكافى/100 غم دهن ، وتعد هذه المعاملة مرفوضة حسب التدريج المعتمد لطريقة BDI .أما عن قيمة رقم البيروكسيد PV دليل لأكسدة الزيوت والدهون غير المشبعة مسببة تلف الغذاء ونكهة غير مقبولة وتغير قوام المنتوج ومن ثم تدهور المنتوج حسياً ، يلاحظ أن (T1) ذات قيم PV مقاربة لعينة C وكانت كلتا المعاملتين ضمن الحدود المقبولة لقيمة PV ،اما عينة T2 اعلى قيمة لرقم البيروكسيد بعد 21 يوماً من الخزن واصبحت مرفوضة بعد 7 ايام من الخزن حسب مواصفة ISO (2006) التي تشير إلى النسبة المعتمدة لل PV يجب أن لا تتجاوز 1.3 مليمكافى اوكسجين/ كغم دهن Goyal واخرون (2016).الاس الهيدروجيني لمعاملات اليوغرت الثلاث فهي قيم قريبة من بعضها وتتطور الحموضة باليوغرت أثناء مدة الخزن وبفروق معنوية P<0.05 .ان النسبة المئوية للحموضة الكلية تزداد وبفرق معنوي عند مستوى P<0.05 أثناء مدة الخزن للمعاملة الواحدة ، ومن الجدول (3) نلاحظ تطورالحموضة الكلية لمعاملات اليوغرت الثلاث معنوية عند مستوى P<0.05 في الاسابيع الثلاث من الخزن Gumus و (2021) Gharib Zahedi،

جدول(3) الاختبارات الفيزيوكيميائية لمعاملات اليوغرت المدعم المختلفة اثناء مدد مختلفة من الخزن

المعاملة	عمر اليوغرت (اليوم)	حموضة الدهن %	رقم البيروكسيد مليمكافى/كغم دهن	الاس الهيدروجيني	الحموضة الكلية%
C	1	a0.43	a0.32	k4.58	c0.89
	7	c0.60	d0.45	g4.33	e0.94
	14	f0.73	g0.61	e3.95	h1.11
	21	g0.88	i0.76	d3.90	i1.20
T1	1	a0.43	b0.33	j4.56	b0.88
	7	d0.61	e0.50	f4.30	d0.91
	14	e0.70	f0.59	c3.88	g1.09
	21	f0.73	h0.64	e3.95	l1.32
T2	1	b0.55	c0.39	i4.53	a0.87
	7	h1.23	j1.45	h4.40	f1.04
	14	i1.58	k1.89	b3.75	j1.25
	21	j1.76	l2.00	a3.61	k1.30
LSD		0.569 *	0.702 *	0.644 *	0.297 *
* (P≤0.05).					

الاستنتاج

نستنتج أن تدعيم اليوغرت بزيت الكتان المغلف تغليفاً دقيقاً (T1) حافظ على الزيت من حصول عمليات الأكسدة والتحلل الدهني حيث كانت قيم ADV و PVضمن الحدود المقبولة بعد مرور 21 يوماً من الخزن المبرد، ولذا يعد التغليف الدقيق وسيلة فعالة لحماية الزيت وتعزيز توافره الحيوي والفاظ على نكهة اليوغرت المدعم

المصادر

1- Ahmad, R.S.; Imran, M.; Ahmad, M.H.; Khan, M.K.; Yasmin, A.and Saima, H.(2023). Eucalyptus essential oils. In Essential Oils; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, Chapter 9 , pp: 217–239

2- Lorenc, F.; Jarošová, M.; Bedrníˇcek, J.; Smetana, P. and Bárta, J.(2022). Structural Characterization and Functional Properties of Flaxseed Hydrocolloids and Their Application .Journal Foods MDPI, 11, 2304. https:// doi.org/10.3390/foods11152304.

3- Yakdhane A, Labidi S, Chaabane D, Tolnay A, Nath A, Koris A, and Vatai G. (2021).Microencapsulation of Flaxseed Oil—State of Art. Processes. , 9(2):295. https://doi.org/10.3390/pr9020295

4- Ardabilchi,M., S. Amjadi, M. Ardabilchi, L. Roufegarinejad, and S.M. Jafari.(2020). Fortification of yogurt with flaxseed powder and evaluation of its fatty acid profile, physicochemical, antioxidant, and sensory properties. Journal PowderTechnology,359(1):76-84. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.09.082

5- Bernacchia R., Preti R.and Vinci G.(2014). Chemical Composition and Health Benefits of Flaxseed. Austin Journal of Nutrition and Food Sciences,2(8):1-9

6- رمضان ،ابراهيم السيد .(2020).الاغذية الوظيفية ومدى تأثيرها في جذب العملاء لمؤسسات الضيافة المصرية .مجلة اتحاد الجامعات العربية للسياحة والضيافة .18(2):270-288.

7- Kaushik,P.,K.Dowling.,C.J.Barrow.andB.Adhikari.(2015).Microencapsulation of omega-3 fatty acids: A review of microencapsulation and characterization methods. Journal of Functional foods19:868-881.

8- Su, W., Hu, M., Wang, L., Kokogiannakis, G., Chen, J., Gao, L., ... and Xu, C. (2022). Microencapsulated phase change materials with graphene-based materials: Fabrication, characterization and prospects. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 168, 112806

9- Su, L., Nian, Y., and Li, C. (2023). Microencapsulation to improve the stability of natural pigments and their applications for meat products. Food Materials Research, 3(1).

10- Gumus E.C., and Gharib Zahedi S.M.T.(2021). Yogurts supplemented with lipid emulsions rich in omega-3 fatty acids: new insights into the fortification, microencapsulation, quality properties, and health-promoting effects. Journal Trends in Food Science & Technology,110:267 – 279.

11- الصباغ، عفاف عبد الرحمن .2024. تصنيع زيت الكتان المغلف بصمغ الحلبة ومعزولها البروتيني ودراسة خصائصهم الفيزيوكيميائية والريولوجية واستعماله في تدعيم اليوغرت ، أطروحة دكتوراه .كلية علوم الهندسة الزراعية .جامعة بغداد.

12- Andino, J. D. Estrada.(2011). Production And Processing of a Functional Yogurt Fortified with Microencapsulated Omega-3 And Vitamin E, Louisiana

State University ,Agricultural and Mechanical College, Department of Food Science, degree of Master of Science.

13- A.O.A.C. (2010). Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th edition., revision3.Gaithersburg, Maryland, AOAC International.Ch.

14- Liang H, and Tang C. (2013). pH-dependent emulsifying properties of pea [Pisum sativum (L.)] proteins. Food Hydro, 33: 303-319.

15- صادق،اسراء حيدر.(2019).دراسة تأثير تدعيم اللبن الرائب بالحديد المغلف على خصائصه الفيزيوكيميائية والريولوجية والتغذوية. رسالة ماجستير ،جامعة بغداد كلية علوم الهندسة الزراعية

16- Deeth , H.C. and Fitzgerald , C.H. (2006). Lipolytic enzymes and hydrolytic rancidity . In: Advanced Dairy Chemistry , vol. 2 , Lipids (ed. P.F. Fox and P. McSweeney), 481 – 556 . New York : Springer

17- العزاوي شيماء سعدي.(2018). استخدام البيتاكلوكأن والأنيولين لتحسين الصفات الفيزيوكيميائية والريولوجية والتغذوية لجبن الموزيلا المنخفض الدهن. اطروحة دكتوراه. جامعة بغداد ، كلية الزراعة

18- Ahmad, N., Shabbir ,U., Sameen, A., Manzoor,M.F., Ahmad, M.H., Ismail, T., Ahmad, S .and Siddique, R.(2021). Hypocholesterolemia effect of designer yogurts fortified with omega fatty acids and dietary fibers in hypercholesterolemic subjects. Journal of Food Science and Technology, 41(4): 1000-1008DOI: https://doi.org/10.1590/fst.22420

19- الشيخ، شرف علي هادي ودوش، كفاح سعيد (2018). دراسة تأثير التدعيم بالسلينيوم على الخصائص الفيزيوكيميائية والحسية لليوغرت الوظيفي المصنع . مجلة كربلاء للعلوم الزراعية .5(2):72-89.

20- البدراني ضياء ابراهيم جرو حيدر.(2017).تصنيع منتجات لبنية منخفضة الطاقة باستخدام بدائل غير دهنية Fat mimetics ودراسة خصائصها الفيزيوكيميائية والتغذوية. اطروحة دكتوراه- كلية الزراعة – جامعة بغداد

21- Yilmaz-Ersan,L.and Kurdal,E.(2014).The Production of Set-Type-Bio-Yoghurt with Commercial Probiotic Culture. Int.J.Chem.Eng.and Appl.5:402-408

22- Zahran.H. A., Mabrouk.A.M.M .,and Salama.H.S.(2022). Evaluation of Yoghurt Fortified with Encapsulated Echium Oil Rich in Stearidonic Acid as A Low-Fat Dairy Food. Journal Egypt Chem. 65(4) :29 – 41.

23- Goyal, A., Sharma, V., Sihag, M. K., Singh, A. K., Arora, S., and Sabikhi, L. (2016). Fortification of dahi (Indian yoghurt) with omega-3 fatty acids using microencapsulated flaxseed oil microcapsules. Journal of Food Science and Technology, 53(5):2422-2433.

24- Gumus E.C., and Gharib Zahedi S.M.T.(2021). Yogurts supplemented with lipid emulsions rich in omega-3 fatty acids: new insights into the fortification, microencapsulation, quality properties, and health-promoting effects. Journal Trends in Food Science & Technology,110:267 – 279.