تقدير بعض صفات الزيت المنتج من خميرة *Rhodotorula glutinis*

حسام رشاد عطية[1] وكركز محمد ثلج
قسم علوم الاغذية، جامعة تكريت، تكريت، العراق.

الخلاصـــة

أجريت الدراسة بهدف استعمال نوع الخميرة *Rhodoturulla glutinis* في انتاج الزيت وتقدير محتوى الزيت الناتج من الاحماض الدهنية وبعض المكونات الاساسية فيه لاسيما التوكوفيرولات والمركبات الفينولية وتحديد الثباتية التاكسدية ومستوى لزوجة الزيت الناتج. اضافة الى تحديد جودة الزيت الناتج بعد تعرضه لحرارة الطبخ لمدة 3 ساعات من خلال تحديد معايير الثباتية التاكسدية ودرجة لزوجة الزيت المنتج مقارنة مع زيت كل من الذرة الصفراء وزهرة الشمس.

تبين من النتائج ان كمية الزيت الناتج من سلالة الخميرة *Rho.glutinis* كان عند 5.8 غم/ لتر من الوسط الزرعي منتجة من كتلة حيوية جافة عند 19.6 غم. وكان الزيت محتويا على كل من الاحماض الدهنية الينوليك والبالمتيك والاوليك والمايرستيك والستياريك واللينولينيك بنسب 34.6 و 26.4 و 24.2 و 2.5 و 6.0 و4.8% على التوالي. كما احتوى على انواع التوكوفيرولات بتركيز 58.5 ملغم/ 100 مل مقارنة مع محتوى كل من زيت الذرة وزهرة الشمس اللذان كانا عند 70.4 و63.6 ملغم/ 100 مل على التوالي. وقد احتوى على المركبات الفينولية عند 3.6 **ملغم/ 100غم** من الزيت التي كانت اكثر مما في كل من زيت الذرة وزهرة الشمس. كما تبين ان الزيت الناتج من الخميرة كان الاكفأ في تحمله للتعرض الحراري الذي استمر عند 7.6 ساعة مقارنة مع كل من زيت الذرة وزهرة الشمس اللذان كانا عند 4.1 و 5.2 ساعة على التوالي. وكذلك تبين في انه الافضل ايضا في مستوى انخفاض لزوجته بعد التعرض الى حرارة 125 **°م** حيث كانت عند 8.4 درجة مقارنة لكل من زيت الذرة وزهرة الشمس اللذان كانا عند 6.3 و 7.4 على التوالي. استخلص من البحث ان سلالة الخميرة *Rho.glutinis* كانت ذا كفاءة عالية في انتاج الزيت وكان صالحا للاستهلاك البشري وذا جودة عالية في استعمالات الطبخ اعتمادا الى المعايير المدروسة مقارنة مع كل من زيت الذرة وزهرة الشمس.

الكلمات المفتاحية:
Rhodotorula glutinis، الزيت احادي الخلية، الذرة الصفراء، زهرة الشمس.

للمراسلة :
حسام رشاد عطية
قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة– جامعة تكريت– **العراق.**

Estimation of some Characteristics of Oil Product from the Yeast *Rhodotorula glutinis*

Hussam R. Attia and Karkaz M. Thalij
Food Science Department, Tikrit University, Tikrit, IRAQ.

ABSTRACT

The study was conducted in order to use the *Rhodoturulla glutinis* strain species in oil production and estimation of oil content from fatty acids content and some of its basic components, especially Tocopherols and Phenolic compounds and determine oxidative stability and oil viscosity level output. In addition to determining the quality of oil product after cooking temperature for 3 hours by detection the oil oxidation stability and the viscosity of oil produced compared with oil of both maize and sunflowers.

The results showed that the quantity of oil produced from yeast strain *Rho.glutinis* was at 5.8 g/l with dry biomass produced at 19.6 g. the oil contains the fatty acids as Linoleic, Palmitic, Oleic, Meristic, Stearic and Linolenic acid at 34.6, 26.4, 24.2, 2.5, 6.0 and 3.0% respectively. It also contains the Tocopherols types at 58.5 mg/100 ml compared with the content of both corn and sunflower oil were at 70.4 and 63.6 mg/100 ml, respectively. And contain the phenolic compounds at 3.6 mg/100 g of oil, which was more than in both corn and sunflower oil. It turns out that oil output from yeast were more efficient in the bear to heat exposure continued with 7.6 hours compared with both corn oil and sunflower were at 4.1 and 5.2 hours respectively. As well as showing

Key words:
Rhodoturulla glutinis, Single cell oil, Corn oil, Sunflower oil.

Correspondence:
Hussam R. Attia
Food Science Dept.- College of Agric.- Tikrit University, Tikrit, **IRAQ**.

[1] البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الاول

that better also in low level in viscosity after exposure to 125 º c where became at 8.4 degrees compared to both corn oil and sunflower were at 6.3 and 7.4 respectively.
we conclusion from the study that yeast strain *Rho.glutinis* was so high efficiency in oil production and it is fit for human consumption and therefore high quality cooking uses depending on criteria examined and compared with both corn oil and sunflower.

المقدمة :

تعد الزيوت او الدهون بأنها المركبات الناتجة من استرة ثلاث أحماض دهنية مع الكليسرول لتنتج ما يسمى بالكلسريدات الثلاثية التي تتصف بانها غير ذائبة في الماء وذا قابلية اذابة عالية في المذيبات الكحولية غير القطبية (Vance and Vance, 2002). ان صفات الدهن الناتج تتحكم فيه نوعية الاحماض الدهنية المكونة له في الاساس، اذ يمكن ان تكون الاحماض الدهنية الثلاثة المكونة للكليسريد الثلاثي من الانواع المشبعة ومنها يتكون الدهن أو قد تكون غير مشبعة ليتكون منها الزيت. وقد تبين من الدراسات ان نسبة الكلسريدات الثلاثية تشكل ما يقارب 90% من دهون الغذاء. ان من بين الاتجاهات الحديثة في مجال استعمال الخمائر في الانتاج الحيوي هو في استعمال أنواع من جنس الخميرة Rhodotorula لتكون مصدرا وافرا لأنتاج الزيوت الصالحة للأكل، حيث تم اكتشاف سلالات *Rod.glutinis* المعزولة من التربة، في انها ذا كفاءة في انتاج نسبة مرتفعة من الزيوت التي سميت بالزيوت احادية الخلية Single cell oil (Amaretti, et al., 2010). ان ارتفاع اسعار الزيوت النباتية شجع الباحثين في التفكير لاعتماد مصادر ثانوية اخرى في انتاجها لذلك تم انجاز بحوث متعددة في الحقبة الاخيرة تركزت في مجال انتاج الزيوت الميكروبية وتحسين انتاجها (Li *et al*, 2007) . وكانت المحصلة العلمية من هذه الدراسات هي في امكانية استعمال الزيت الناتج من الخميرة او الاحياء الميكروبية الاخرى ليكون مرغوبا ومستساغا في حالة الأستهلاك، وفقاً لذلك فان تخمرات الخلية المنتجة للزيت ستكون عملاً اقتصادياً عندما يمكن انتاج زيت ذو قيمة عالية، لذا فإن إشكال التقانات الحيوية يكون في المحاولة لإنتاج اعلى كتلة حيوية ذات محتوى عالي من الزيت لجعل العملية اكثر اقتصادية (Ratledge, 1981). ان من اسباب البحث عن بدائل للزيوت النباتية والحيوانية واللجوء الى الزيت الميكروبي هو قصر دورة حياة الميكروبات مقارنة مع النبات و كذلك قلة تكاليف الانتاج مقارنة معه في حالة الانتاج النباتي لاسيما عند استعمال الاوساط الزرعية الرخيصة، فضلاً عن ان إنتاج الزيت الميكروبي يكون اقل تأثراً بالظروف المناخية ومن ذلك فإن انتاجه لا يتحدد بمكان او فصل زراعي معين.

مواد وطرائق العمل :

إعداد البادئ Incolumn preparation:

حُضِّرَ وسط التنشيط الذي كان نفسه وسط الانتاج (OPM) الذ تكون من اذابة المواد ادناه في لتر واحد من الماء المقطر: Yeast extract (1.0غم) ، KH2PO4 (2.4غم) ، Na2HPO4. 12H2O (2.3غم) ، MgSO4.7H2O (1.0غم) ، (NH4)2SO4 (4.0غم) ، محلول الاملاح النادرة (10 مل) ، محلول FeSO4 (1 مل) ، Glucose (25غم). تم ضبط pH عند 5.5 باستعمال Orthophosphoric acid. محلول الاملاح النادرة كان محتويا على الاتي (غم/لتر): CaCL2.2H2O, 3.6; ZnSO4.7H2O, 0.75; CuSO4.5H2O, 0.13; CoCL2.6H2O, 0.13; MnSO4.H2O, 0.5; (NH4)2Mo2O7, 0.12; . اما محلول FeSO4 فقد حضر باذابة 24غم من مركب FeSO4.7H2O/لتر. ثم اذيبت المكونات كليا في الماء المقطر(Atlas, 2005). وزعت الكمية بحجم 25 مل من الوسط في دوارق مخروطية سعة 250 مل وبعد التعقيم بالمؤصدة وتبريد الوسطُ لقِّحَ بخلايا الخميرة *Rhodotorula glutinis* وحُضِّنتْ عند درجة 25 °م لمدة 72 ساعة. تم ضبط اعداد الخميرة من خلال المقارنة مع انبوب ماكفرلاند ذا تركيز0.5 وكما في (Baron and Finegold,1990)، وكان تحضير اعداد الخميرة انيا لاستعمالها في عمليات انتاج الزيت.

انتاج الزيت: Oil production:

بعد اعداد البادئ من خميرة *Rhodotorula glutinis* الذي احتوى على 1.5 × 10 ^{8}/ مل تمَّ إضافة 10 مل منه الى 200 مل من وسط الإنتاج (OPM) المعد في فلاسكات سعة 500 مليلتر. حُضِنَتْ بعدها في حاضنة هزازة عند 25 ° م لمدة 72 ساعة و pH اولي عند 5.5 وسرعة تحريك 100 دورة/دقيقة.

إستخلاص الزيت: Oil Extraction:

بعد انتهاء مدة التحضين تم اجراء عملية الطرد المركزي للخمائر النامية عند سرعة 3000 دورة لمدة 20 دقيقة، اهمل بعدها الراشح وجمع الراسب الذي مثل خلايا الخمائر. عرضت الخلايا للموجات فوق الصوتية في حمام مائي لمدة نصف ساعة ثم جففت عند 60 ° م لمدة 24 ساعة باستخدام الفرن الهوائي. بعد التجفيف تم وزن الكتلة الحيوية لخلايا الخميرة واستُخدِمَ جهاز السكسوليت Soxhlet ذو دورق سعة 150 مل لاستخلاص الزيت من الكتلة الجافة (Dai *et al*., 2005) وذلك بوضع 5 غم من مجفف الخميرة في ورق ترشيح نوع (1) Whatman No. وربطها بإحكام بوساطة خيط من القطن في داخل الجهاز، واستخدام الإيثر النفطي (petroleum ether) باعتبارهِ الأكفأ لإذابة الزيوت، وضُبِطَ الجهاز عند درجة حرارة 65 م الذي سبب في ذوبان الزيت الموجود في خلايا الخميرة وخروجهِ خارج ورقة الترشيح وتجمَّعَ داخل أُنبوبة جمعِ الزيت الذي تم وزنه وحفظه في قناني معتمة لحين اجراء الفحوصات اللاحقة عليهِ (Markham *et al*, 2006).

المعايير المقاسة: تقدير الاحماض الدهنية:

قدرت الاحماض الدهنية لأنواع الزيوت الثلاثة كما في الطريقة الموصوفة في (Alenezi et al. 2010).

تقدير التوكوفيرولات: تم تقدير انواع التوكوفيرولات كما في (Balz et al., 1992) .

تقدير الفينولات الكلية: تم تقدير انواع المركبات الفينولية في الزيوت الثلاثة كما ذكر في(Silvia et al. 1984) .

تقدير الثباتية التأكسدية للزيوت:

تم قياس ثباتية انواع الزيوت الثلاثة للتأكسد من خلال استعمال جهاز Rancimat . حيث وزن 2.5 غم من كل زيت في انبوبة خاصة للقياس. تم القياس عند درجة حرارة 120 ° م وسرعة تيار الهواء المار كانت عند 20 لتر/ساعة، اما استقبال المركبات المتطايرة فكان في كأس يحتوي على 60 مللنر من الماء المقطر. تم قياس درجة التوصيل الكهربي للماء بعد تجمع المركبات المتطايرة به واخذ المعدل لاربعة قياسات لكل نوع من الزيت.

تقدير اللزوجة: قيست درجة لزوجة الزيوت باستعمال جهاز قياس اللزوجة ZONWON وكما متبع في (AOAC, (2002 .

التحليل الإحصائي Stastical Analysis:

حللت نتائج التجارب باستخدام النموذج الخطي العام (Linear Model General) ضمن البرنامج الإحصائي الجاهز (SAS , 2001) لدراسة تأثير العوامل على وفق التصميم العشوائي الكامل CRD كما أجري اختبار دنكن (Duncan, 1955) لتحديد معنوية الفروق ما بين متوسطات العوامل المؤثرة على الصفات المدروسة عند مستوى (0.05).

النتائج والمناقشة :

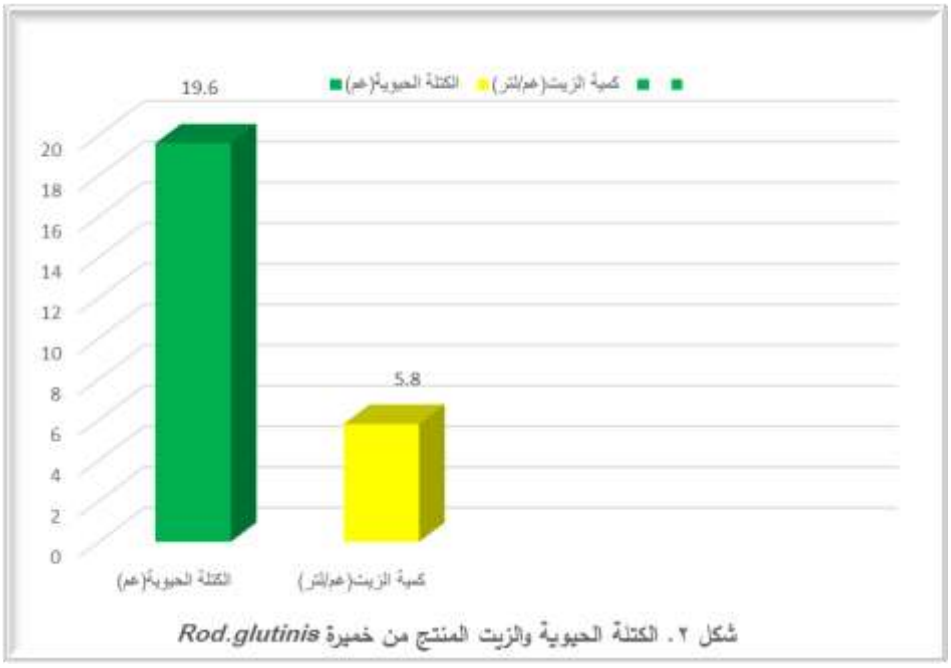
تاكيد نوع سلالة الخميرة:

تم الحصول على سلالة الخميرة *Rhodotorula glutinis* من مركز جمع السلالات الميكروبية DSMZ Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen الالماني. اجري تنشيط السلالة على وسط التنمية Yeast Peptone Dextrose Agar وظهرت مستعمرات الخميرة باللون البرتقالي على الوسط. كما تم تصبيغ خلايا الخميرة باستعمال صبغة كرام التي تم من خلالها التاكد من نقاوة خلايا الخميرة وعدم حصول التلوث لها.

شكل 1. مستعمرات خميرة *Rhodotorula glutinis* بعد التنمية على وسط YPDA

كمية الزيت المنتج من الخميرة: يبين الشكل (2) كمية الزيت الناتج من خميرة *Rho. glutinis* بعد تنميتها على وسط انتاج الزيت Oil production media (OPM) لمدة 72 ساعة وعند حرارة 25 ° م وpH 5.5 مع التحريك عند سرعة 100 دورة/ دقيقة. كانت كمية الزيت المنتج عند 5.8 غم/ لتر منتجة من كتلة حيوية جافة عند 19.6 غم. اتفقت النتائج مع ما ذكره (Iassonova, *et al.*, 2008) الذين وجدوا ان كمية الزيت المنتج من نفس الخميرة كان عند 5.3 غم/لتر عند التنمية على نفس الظروف البيئية.

ان كمية الزيت المنتج تعتمد كثيرا على نوعية الوسط الغذائي المستعمل لتنمية الخميرة لاجل انتاج الزيت فضلا عن العوامل الاخرى لاسيما درجة الحرارة. فقد وجد (Saenge,2011) بان العوامل المشار اليها اضافة الى نسبة الكاربون الى النايتروجين كانت ذا تأثير معنوي في كمية الزيت المنتج من خميرة *Rho.glutinis* والانواع الاخرى من الخمائر المنتجة للزيت.



شكل ٢. الكتلة الحيوية والزيت المنتج من خميرة *Rod.glutinis*

محتوى زيت الخميرة من الاحماض الدهنية:

يبين الجدول 1. نسبة كل من الاحماض الدهنية المكونة للزيت المنتج من الخميرة *Rho.glutinis* بعد تنميتها على وسط الانتاج OPM ومقارنة تلك النسب مع زيت كل من زهرة الشمس والذرة الصفراء. تبين من النتائج ان الاحماض الدهنية السائدة في زيت الخميرة المنتج كان كل من حامض الينوليك (Linoleic) والبالمتيك (Palmetic) والاوليك (Oleic). حيث كانت نسبتهم عند 34.6 و 26.4 و 24.2% على التوالي من الاحماض الدهنية الكلية، كما احتوى الزيت على كل من حامض المايرستيك والستياريك والينولينيك بنسبة 2.5 و 6.0 و4.8% على التوالي. النتائج اعلاه اتفقت مع ما ذكره (Iassonova, *et al.*, 2008) . كانت النسبة الكلية من الاحماض الدهنية المشبعة في زيت الخميرة عند 34.9 التي قابلها في زيت الذرة الصفراء وزهرة الشمس عند 19.1 و 15.4% على التوالي. اما نسبة الاحماض الدهنية الغير المشبعة الكلية فقد كانت الاقل معنويا ($p<0.05$) في الزيت الناتج من الخميرة عند 63.6 مقارنة مع نسبتها الكلية في كل من زيت الذرة وزهرة الشمس التي كانت عند 78.7 و 82.5% على التوالي.

جدول 1. نسبة الاحماض الدهنية في زيت الخميرة مقارنة مع الذرة وزهرة الشمس

نوع الحامض الدهني	% للاحماض الدهنية في انواع الزيوت المختبرة		
	الخميرة	الذرة	زهرة الشمس
C:14	2.5a	1.2 b	0.3c
C:16	26.4a	5.5b	5.3c
C:18	6.0a	12.4a	9.8b
النسبة الكلية للاحماض الدهنية المشبعة (%)	34.9a	19.1b	15.4c
C:18:1	24.2b	36.1a	34.5a
C:18:2	34.6c	24.7c	46.7a
C:18:3	4.8b	17.9a	1.3c
النسبة الكلية للاحماض الدهنية غير المشبعة (%)	63.6c	78.7b	82.5a

- الأحرف المختلفة في السطر الواحد تشير إلى وجود إختلافات معنوية عند مستوى إحتمالية 0.05

ان معرفة انواع الاحماض الدهنية في الزيت لها اهمية في تحديد مجالات استخداماته. كما ان بعض الدراسات كما في (Wanasundara *et al.*, 1999) بينت اهمية الزيت الغذائي اعتمادا الى مستوي تركيز حامض الاوليك فيه، وان النسبة التي تضمنها زيت الخميرة في نتائج الدراسة اعلاه تشير الى انه ذا اهمية غذائية واقتصادية عالية مقارنة مع انواع الزيوت الاخرى.

محتوى انواع الزيت من التوكوفيرولات: يبين الجدول (2) تركيز انواع التكوفيرولات **α** و **β** و **ɤ** في الزيت الناتج من خميرة *Rod.glutinis* ومقارنته مع محتوى كل من زيت الذرة الصفراء وزيت زهرة الشمس. تبين من النتائج ان اكثر انواع الزيت محتوى من التوكوفيرول **α** معنويا عند ($p<0.05$) كان في زيت الذرة عند 64.6 تبعها في زيت زهرة الشمس الذي كان عند 58.4 واقلها محتوى من هذا النوع هي في حالة زيت الخميرة المستخلص الذي كان عند 51.3 ملغم/ 100 مل. اما التوكوفيرول نوع **β** فقد كان في كل من زيت الخميرة والذرة وزهرة الشمس عند 3.2، 2.5 و 3.4 ملغم/ 100 مل على التوالي. اما التوكوفيرول **ɤ** فقد كان للانواع الثلاثة من الزيوت عند 4.0، 3.3 و 1.8 ملغم/ 100 مل على التوالي. النتائج المشار اليها اختلفت مع ما ذكره (Syvaoja *et al.*, 1986) وذلك لاختلاف مصادر الزيت.

ان محتوى الزيت من انواع التوكوفيرولات يعد محددا لجودة الزيت وقد كان زيت الخميرة محتويا على 58.5 ملغم/ 100 مل من التوكوفيرولات الكلية التي تشير عند هذا المستوى الى الجودة العالية للنوع اعلاه، لاسيما بعد مقارنته مع محتوى كل من زيت الذرة وزهرة الشمس اللذان كانا عند 70.4 و63.6 ملغم/ 100 مل على التوالي.

جدول 2. تركيز انواع التوكوفيرولات في زيت الخميرة مقارنة معها في الذرة وزهرة الشمس

نوع الزيت المختبر	تركيز التوكوفيرولات (ملغم/ 100 مل) في انواع الزيوت المختبرة			
	α	β	ɤ	الكلي
الخميرة	51.3c	3.2a	4.0a	58.5c
الذرة	64.6a	2.5b	3.3b	70.4a
زهرة الشمس	58.4b	3.4a	1.8c	63.6b

- الأحرف المختلفة في العمود الواحد تشير إلى وجود إختلافات معنوية عند مستوى إحتمالية 0.05.

محتوي الزيوت من المركبات الفينولية: ان محتوى الزيت الناتج من خميرة *Rod.glutinis* من المركبات الفينولية الكلية مقارنة مع الموجود منها في كل من زيت الذرة وزهرة الشمس قد وضحها الجدول (3). بينت النتائج ان زيت الخميرة قد احتوى على 3.6 **ملغم/ 100غم** من الزيت. اما كميتها الكلية في زيت الذرة وزهرة الشمس فقد كانت عند 4.5 و 3.2 ملغم/ 100غم من الزيت. اشارت النتائج بان محتوى زيت الخميرة المنتج قد كان ذا تركيز مرتفع من المركبات الفينولية حيث تفوق معنويا عند ($p<0.05$) على محتوى زيت زهرة الشمس منها. ان المحتوى من المركبات الفينولية يؤثر بصورة رئيسية في ثباتية الزيت ضد حالات التزنخ والتلف كونها تعد احدى انواع مضادات الاكسدة فضلا عما تضيفه من نكهات الى الزيت في حالة وجودها. ان فاعلية المركبات الفينولية كمضادات للأكسدة يرجع الى قدرتها في الارتباط مع انواع الجذور الحرة المتكونة وتثبيطها وبالتالي تثبيط الاكسدة ومنع تكونها (Xu *and chang*, 2007).

جدول 3. تركيز الفينولات الكلية في زيت الخميرة مقارنة معها في الذرة وزهرة الشمس

نوع الزيت المختبر	تركيز المركبات الفينولية الكلية (ملغم/ 100غم) في انواع الزيوت المختبرة
الخميرة	3.6b
الذرة	4.5a
زهرة الشمس	3.2c

- الأحرف المختلفة في السطر الواحد تشير إلى وجود إختلافات معنوية عند مستوى إحتمالية 0.05.

الثباتية التأكسدية للزيت:

الجدول (4) يوضح الثباتية التأكسدية للزيت الناتج من الخميرة بعد تعرضه الى درجة حرارة **120° م** ومقارنة ذلك مع انواع الزيت لكل من الذرة الصفراء وزيت زهرة الشمس. بينت النتائج ان الزيت الناتج من الخميرة كان الاكفاء في قابلية تحمله للتعرض الحراري الذي استمر عند 7.6 ساعة مقارنة مع قابلية تحمل كل من زيت الذرة وزهرة الشمس اللذان كانا عند 4.1 و 5.2 ساعة على التوالي.

يعد معيار قياس الثباتيه التأكسدية من اهم المعايير التي تحدد جودة الزيوت، كونها تعد العامل المحدد المهم لبقاء الزيت ومقاومته للتزنخ والذي يعتمد في الاساس على محتوى الزيت من مضادات الاكسدة. التي كلما ازدادت كميتها في الزيت سبب في زيادة ثباتيه الزيت ضد الاكسدة. كما ان زيادة انواع الاحماض الدهنية غير المشبعة يعد عاملا مهما في تقليل ثباتيه الزيت ضد الاكسدة (Baldioli *et al.*, 1996).

جدول 4. الثباتية التاكسدية للزيت المنتج من الخميرة في حالة التسخين عند 120° م مقارنة معها في زيت الذرة وزهرة الشمس.

نوع الزيت المختبر	الثباتية التاكسدية لانواع الزيت (ساعة)
الخميرة	7.6a
الذرة	4.1c
زهرة الشمس	5.2b

– **الأحرف المختلفة في العمود الواحد تشير إلى وجود اختلافات معنوية عند مستوى احتمالية 0.05.**

لزوجة الزيوت: ان تعرض الزيت المنتج من خميرة *Rod.glutinis* الى درجات حرارية متسلسلة بين 25 الى 125 **° م** وملاحظة الفترة التي يفقد عندها لحالة اللزوجة ومقارنة ذلك مع زيت كل من الذرة الصفراء وزيت زهرة الشمس قد وضحها الجدول (5). تبين من النتائج ان درجة لزوجة زيت الذرة عند الدرجات الحرارية 25، 50، 75، 100 و 125 **° م** كانت عند 68، 36، 20، 12 و 8.4 على التوالي. اما في حالة كل من زيت الذرة وزيت زهرة الشمس فقد كانت درجة اللزوجة لكل منهما عند نفس الدرجات الحرارية هي عند 58، 25، 12،8.1 و 6.3 على التوالي في حالة زيت الذرة وعند 60، 28، 14، 9.2 و 7.4 على التوالي في حالة الزيت من زهرة الشمس. لوحظ من النتائج ان انواع الزيوت جميعها انخفضت لزوجتها معنويا مع زيادة الدرجة الحرارية المعرضة لها ولكن كان ذلك الانخفاض في حالات متفاوتة. ان هذا الاختلاف في قيمة اللزوجة يعتمد كليا على محتوى الزيت من الاحماض الدهنية حيث تنخفض اللزوجة مع زيادة محتوى الزيت من الاحماض الدهنية غير مشبعة او المنخفضة في وزنها الجزيئي. التي اشارت اليها النتائج السابقة. وكان الزيت الناتج من الخميرة هو الأكفأ معنويا في بقاء لزوجته لمدة زمنية اطول مقارنة مع نوعي الزيت في الدراسة. تقاربت هذه النتائج مع ما ذكره (Forma, 1979). في ان الزيوت من الخميرة هي الأكفأ في المحافظة على مستوى لزوجتها. كما اتفقت مع ما ذكره (Iassonova, et al., 2008) اللذين اشاروا الى ان الزيت يحافظ على لزوجته لمدة اطول تزامنا مع وجود الاحماض المشبعة ومضادات الاكسدة في تكوينه.

جدول 5. درجة لزوجة زيت الخميرة عند درجات حرارية مختلفة مقارنة معها في الذرة وزهرة الشمس

درجة الحرارة المستعملة(° م)	درجة اللزوجة في انواع الزيوت المختبرة		
	زيت الخميرة	زيت الذرة	زيت زهرة الشمس
25	68a	58a	60a
50	36b	25b	28b
75	20c	12c	14c
100	12d	8.1d	9.2d
125	8.4e	6.3e	7.4e

الأحرف المختلفة في العمود الواحد تشير إلى وجود اختلافات معنوية عند مستوى احتمالية 0.05.

المصادر :

A. O. A. C. (2002). Association of official Analytical chemist's official methods of analysis, Washington, U. S. A.

Alenezi, R., Leeke, G. A., Winterbottom, R. C. D. and Khan, A. R., (2010) Esterification kinetics of free fatty acids with supercritical methanol for biodiesel production. Energy Conversion & Management, 51: 1055-1059 .

Amaretti, A.; Raimondi, S.; Sala, M.; Roncaglia, L.; De Lucia, M.; Leonardi, A. and Rossi, M. (2010). Single cell oils of the cold-adapted oleaginous yeast *Rhodotorula glacialis* DBVPG 4785. Microbial Cell Factories. Vol. 23:1475-2859.

Atlas,M. R. Handbook of Media for Environmental Microbiology,2ed Edition. 2005. CRC Press Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW Boca Raton, FL 33487-2742.pp:673.

Baldioli, M., Servili, M. Perretti, G. and Montedoro, G.F. (1996). Antioxidant activity of tocopherols and phenolic compounds of virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **73**, 1589-1593.

Balz, M., Schulte, E. and Their, H.P. (1992). Trennung von Tocopherolen and Tocotrienolen durch HPLC. Fat. Sci. Technol.,94: 209-213.

Baron, J.O. and Finegold, M. (1990). Diagnostic microbiology 8 th edition, pp 435-433. The C.V Company, New York.

Dai, C.C., Shi, Y., Wang, A.Q. and Yuan, Z.L. (2005). Studies on Inoculation Types of -linolenic Acid Fermentation by a High-producing Filamentous Fungus Strain. Chin. Food Sci. 26(4): 55-58.

Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests, Biomelrics.

Form, M.W. (1979). Physical properties of fats and fatty acids. In: Baileys industrial oil and fat products Vol. 1 edited by Daniel Swern, John Wiley New York:178-181.

Iassonova, D.R., Hammond, E.G. and Beattie, S.E. (2008). Oxidative stability of polyunsaturated triacylglycerols encapsulated in oleaginous yeast. J Am Oil Chem Soc 85:711–716.

Li, Y., Zhao, Z. and Bai, F. (2007). High-density cultivation of oleaginous yeast *Rhodosporidium toruloides* Y4 in fed-bach culture. Enzyme Microb Technol 41:312–317.

Markham, B. L., Ong, L., Barsi, J. A., Mendenhall, J. A., Lencioni, D. E., Helder, D. L., Hollaren, D. H., and Morfitt, R. M. (2006). Radiometric calibration stability of the EO-1Advanced Land Imager: 5 Years on-orbit. In R. Meynart, S. P. Neeck, & H. Shimoda (Eds.),Proceedings of SPIE.Conference. 6361. on Sensors, Systems, and Next Generation Satellites X, SPIE, San Diego, CA. Vol. 6361: 1−12.

Ratledge, C. (2004). Fatty acid biosynthesis in microorganisms being used for single cell oil production. Biochimie. Vol. 86, No. 11, pp. 807–815.

Saenge, C., Cheirslip, B., Suksaroge, T.T. and Bourtoom, T. (2011). Efficient concomitant production of lipids and carotenoids by oleaginousred yeast *Rhodotorula glutinis* cultured in palm oil mill effluent and application of lipids for biodiesel production. Biotechnol Bioprocess Eng. 16:23–33.

SAS Version , Statisticale Analysis system (2001). SAS Institute Inc., Cary, NC. 27512- 8000 , U.S.A.

Silvia, M. T., Miller, E. E., Pratt, D. and Chia, E. (1984). Seeds as a source of natural lipid antioxidants. J. Am. Oil Chem. Soc., 61, 928–931.

Syväoja, E. L., Piironen, V., Varo, P., Koivistoinen, P. and Salminen, K. (1986). Tocopherols and tocotrienols in Finnish foods: oils and fats. JAOCS 63 (3): 328- 329.

Vance, D.E. and Vance, J.E. (2002). Biochemistry of lipids, Lipoproteins and Memberane, 4th Edit., Elsevier Science B.U.

Wanasundara UN, Shahidi F. (1999). Concentration of omega3-polyunsaturated fatty acids of seal blubber oil by ureacomplexation: optimization of reaction conditions. *FoodChem*. **65**, 41–49. http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00153-8.

Xu, B.J.; Chang, S.K. A (2007). comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *J. Food Sci.*, *72*, S159 166.