MINAR International Journal of Applied Sciences and Technology
ISSN: 2717-8234
Article type: Research Article

Received: 09/07/2024 **Accepted:** 01/08/2024 **Published:** 01/09/2024

FORTIFYING FUNCTIONAL APPLE BEVERAGES WITH SPIRULINA (ARTHROSPIRA) ALGAE AND STUDYING ITS EFFECT ON THE CHEMICAL, PHYSICAL, MICROBIAL AND SENSORY PROPERTIES DURING COLD STORAGE

Nawal K. Z. ALFADHLY [1]

Department of Food Sciences-College of Agriculture- University of Basra- Iraq

Nawfal ALHELFI [2]

Department of Food Sciences-College of Agriculture- University of Basra- Iraq

Abstract

The study aimed to introduce spirulina algae, which is characterized by its nutritional and therapeutic properties, in fortifying functional apple beverages and to know its chemical, physical, microbial and sensory effects during the 45-day cold storage period. Functional beverages were prepared from green apples and inulin sugar was added in proportions of 0.1% and spirulina algae. At rates of (0, 0.5, 1)%, all of them were inoculated with the probiotic bacteria *Lactobacillus acidophilus* at a rate of (1%) and preserved by refrigeration at 4°C. Tests were conducted on it during storage periods of (0, 15, 30, 45) days. The results showed that the fortification of functional beverages was It has a positive effect on the vitality of probiotic bacteria, as it was observed that their numbers increased in the beverages, while the logarithm of the number decreased significantly after the end of storage to 6.54 colony formation units/ml. The results showed that the acid value of the beverages decreased at the end of the storage period, reaching 3.968. The specific density, percentage of dissolved solids, and refractive index decreased at the end of the storage period to 1.0932, 11.167 °Brix, and 1.3372, respectively, while it was noted that the concentration of ascorbic acid decreased after the end of the storage period to 7.37 mg/100 ml. A significant increase in leachate acidity was observed. (based on lactic and malic acid) during the storage period to 0.4223 and 0.5652, respectively. It was observed that a significant decrease in the concentration of phenolic compounds and antioxidant activity occurred with the continuation of storage, as it decreased to 4.07 mg gallic acid/ml and 41.61%, respectively, after the end of the storage period. The results of the analysis of the chemical content of functional beverages during storage showed that fortification with spirulina reduced the moisture percentage while the rest of the components increased, in addition to a significant increase in humidity during storage to

http://dx.doi.org/10.47832/2717-8234.20.35

[1] nawal.zben@gmail.com

[2] nawfalalhelfi@gmail.com

CC BY

88.135% storage. while the component protein, fat, ash, and carbohydrates decreased to 0.594%, 1.442%, 0.18%, and 9.614%, respectively, after the end of the storage period. The texture and color decreased the aroma increasing during storage.

Keywords: *Spirulina (Arthrospira), Apple Beverages.*

تدعيم مشروب التفاح الوظيفي بطحلب السبيرولينا Spirulina (Arthrospira) ودراسة تأثيره على الصفات الكيميائية والفيزيائية والمايكروبية والحسية أثناء الخزن بالتبريد

نوال خالد زبين الفضلي

قسم علوم الأغذية الحية، كلية الزراعة، جامعة الصرة، العراق

نوفل عبد الامير حسين الحلفي

قسم علوم الأغذية الحية، كلية الزراعة، جامعة الصرة، العراق

الملخص

هدفت الدراسة إلى أدخال طحلب السبيرولينا الذي يتميز بصفاته التغذوية والعلاجية في تدعيم مشروب التفاح الوظيفي ومعرفة تأثيراته الكيميائية والفيزيائية والمايكروبية والحسية أثناء مدة الخزن بالتبريد البالغة 45 يوماً، حضرت المشروبات الوظيفية من التفاح الاخضر وأضيف لها سكر الانيولين بنسب (0،1) % و طحلب السبيرولينا بنسب (0، 0.5، 1) % ولقحت جميعها ببكتريا المعزز الحيوي Lactobacillus acidophilus بنسبة (1%) وحفظت بالتبريد على 4 درجة مئوية وأجريت عليه الفحوصات أثناء مدد الخزن (0، 15، 30، 45) يوم وبينت النتائج أن تدعيم المشروبات الوظيفية كان له تأثير أيجابي على حيوية بكتريا المعزز الحيوي أذ لوحظ أرتفاع أعدادها في المشروب في حين أنخفض لوغاريتم الاعداد معنويا بعد نهاية الخزن إلى 6.54 وحدة تكوين مستعمرة/مل، وأظهرت النتائج أن قيمة الدالة الحامضية للمشروب أنخفضت في نهاية مدة الخزن أذ بلغت 3.968، كما انخفضت الكثافة النوعية ونسبة المواد الصلبة الذائبة ومعامل الانكسار في نهاية مدة الخزن إلى 1.0932 و 11.167 °Brix و 1.3372 على التوالي، في حين لوحظ أن تركيز حامض الأسكوربيك قد أنخفض بعد نهاية مدة الخزن إلى 7.37 ملغم/100 مل، لوحظ حصول ارتفاع معنوي في الحموضة التسحيحية (على أساس حامض اللاكتيك والماليك) أثناء مدة الخزن إلى 0.4223 و 0.5652 على التوالي، ولوحظ حصول انخفاض معنوي في تركيز المركبات الفينولية والفعالية المضادة للأكسدة مع أستمرار الخزن إذ أنخفض إلى 4.07 ملغم حامض الكاليك/مل و 41.61 % على التوالي بعد نهاية مدة الخزن، أظهرت نتائج تحليل المحتوى الكيميائي للمشروبات الوظيفية أثناء الخزن إلى أرتفاع الرطوبة معنويا إلى 88.135 % في حين أنخفض البروتين والدهن والرماد والكربوهيدرات إلى 0.594 % و 1.442% و 0.18 % و 9.614 % على التوالي بعد نهاية مدة الخزن، كما تغيرت صفة القوام واللون مع تصاعد الرائحة أثناء الخزن.

الكلمات المفتاحية: مشروب التفاح، طحلب السبيرولينا.

المقدمة

تعد عصائر الفواكه الطازجة أحد أهم عناصر الغذاء الأساسية في النظام الغذائي للإنسان لفوائده الصحية والغذائية ومن العصائر الأكثر شيوعاً في الأسواق العالمية هي عصير التفاح وعصير العنب، إذ يعد عصير التفاح هو ثاني أكثر أنواع عصائر الفاكهة استهلاكاً في العالم ومن الجيد تناوله لتلبية متطلبات النظام الغذائي (FAO,2001; Nonga *et al*.,2014)، ويعد عصير التفاح من العصائر الوظيفية بسبب خصائصه الغذائية المعززة للصحة فهو مصدر جيد للمركبات الفينولية المتعددة وهو مضاد لتصلب الشرايين ومخفض للكوليسترول ويحافظ على القلب والوقاية من السرطان والأمراض العصبية في حين يعد عصير العنب مشروب وظيفي يحمي الإنسان من الأمراض المرتبطة بالإجهاد التأكسدي فهو مصدر غني بالمركبات الفينولية والفلافونويدية المضادة للأكسدة وله فوائد صحية مثل تحسين وظيفة البطانة المعوية وزيادة النشاط المضاد للأكسدة في الدم والحماية من أكسدة البروتين الدهني منخفض الكثافة (LDL) فضلاً عن انخفاض سعراته الحرارية كما يحتوي المعادن والفيتامينات (Shahidi and Alasalvar,2016). اكتسبت العصائر الوظيفية في الآونة الأخيرة أهمية كبيرة لدورها الكبير في الوقاية من العديد من الأمراض وتعزيز الصحة فضلاً عن كونها مصدراً مهماً للفيتامينات والمعادن والمواد الكيميائية النباتية ومضادات الأكسدة ويمكن أن تكون بديلاً مثالياً للمشروبات الغازية المتوفرة تجارياً، كما ساهمت التأثيرات التآزرية بين عصائر الفاكهة الطبيعي والمكونات المدعمة ذات القيمة الغذائية العالية في المشروبات الوظيفية في تكوين خصائصها الغذائية والوظيفية وإعطائها النكهة الفريدة مع ضمان توافر المركبات النشطة بيولوجياً (Manjula *et al*.,2021).

تنتج الطحالب الدقيقة مواد تعتبر من المحفزات الحيوية وهي السكريات المتعددة والسكريات قصيرة السلسلة ومنها GOS و XOSو xyloarabinans وgalactans وβ-glucans فضلاً عن النشأ المقاوم resistant starches والألياف الغذائية dietary fibers والسكريات الكحولية وأن أستهلاكها يحمي من مسببات الأمراض ويعزز بقاء البكتريا المفيدة ويوفر العديد من الفوائد الصحية (Conway, 2001 ; de Jesus Raposo *et al*.,2016)، ويعد سكر الأنيولين من المحفزات الحيوية الشائعة الاستعمال وهو نوع من السكريات المتعددة الأحتياطية للنبات الذي يتكون من جزيئات الفركتوز مرتبطة بروابط (β 1-2) مع وحدة كلوكوز طرفية مرتبطة بأصره (α 1-2) وهو مقاوم للهضم والامتصاص في أمعاء الإنسان بينما يتم تخميره بشكل انتقائي في القولون بوساطة أجناس Lactobacilli وBifidobacteria المفيدة (Van Den Ende *et al*.,2011 ; Peshev and Van Den Ende, 2014 ; Rubel *et al*.,2014 ; Hadebe,2016) .

تعد السبيرولينا مصدراً بديلاً للمحفزات الحيوية فهي غنية بالسكريات التي تعزز نمو بكتريا المفيدة في القولون إذ تحتوي على حوالي 13.6% كربوهيدرات (Parada *et al*.,1998 ; Gupta *et al*.,2017)وبالتالي تحسن الصحة من خلال المنتجات النهائية للتخمر مثل حامض البيوتريك وأن المواد المغذية التي تنتجها السبيرولينا عززت نمو بكتريا حامض اللاكتيك مثل *Lactococcus lactis* و *Streptococcus thermophilus* و *Lactobacillus casei* و *Lactobacillus acidophilus* و *Lactobacillus bulgaricus* لذلك تستعمل كمحفزات الحيوية (Çelekli *et al* .,2018 Hadebe ,2016;)

أشارت العديد من الدراسات إلى الفعل التأزري الناتج من أدخال السبيرولينا وبكتريا المعزز الحيوي في تصنيع أغذية وظيفية ذات فوائد صحية متعددة واستعملت بكتريا المعزز الحيوي على نطاق واسع لتحسين القيمة الغذائية للأغذية

(Walker and Lawley , 2013 ; Javaid *et al* . , 2017 ; Catinean *et al*.,2018)، إذ وجد أن السبيرولينا تزيد معدل أعداد سلالات الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في منتجات الألبان المخمرة ومنها *Lactococcus* و *Lactobacillus* و *Streptococcus* و *Bifidobacterium* فهي تؤثر بشكل مفيد على تعزيز بقاء هذه البكتريا، وأن استهلاكها يزيد من أعداد بكتريا*Lactobacillus* في الجهاز الهضمي البشري (Bhowmik *et al* ., 2009 ; Batista *et al*.,2013 ; Mishra *et al*.,2014).

على الرغم من الأهمية الصحية والتغذوية التي تتصف بها السبيرولينا والمشروبات الوظيفية الذي جعل من أنتاج هذه المنتجات تحقق أرباحاً اقتصادية كبيرة تنافس فيها المنتجات الغذائية الأخرى ولأدراك المستهلكين بالأهمية الصحية والتغذوية لهذه المنتجات إلا أنه لا نرى في بلدنا العراق أي توجه حقيقي حول هذه الصناعة سواء من القطاع الخاص أو الحكومي، لذلك تهدف هذه الدراسة إلى أعداد مشروب وظيفي ذو قيمه تغذوية وصحية عاليتين ويكون مفيد للمستهلكين الأصحاء والمرضى ويلائم أذواق جميع الفئات العمرية وبالتالي يكون مشروع قابل للتطبيق تجاريا ودراسة الأهمية الصحية لهذا المشروب، لذلك تهدف الدراسة إلى تحضير مشروبات وظيفية تآزرية بين كل من الطحلب وبكتريا المعزز الحيوي *Lactobacillus acidophilus*وسكر الأنيولين عن طريق خلطها مع عصير التفاح للحصول على خلطة مقبولة حسيا ودراسة صفاتها الحسية والكيميائية والفيزيائية والتغذوية والمايكروبية أثناء مدة الخزن البالغة 45 يوم .

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

- المواد الاولية المستعملة Materials

استعمل العديد من المواد الغذائية في تحضير المشروبات الوظيفية قيد الدراسة المتواجدة في سوق العشار في مدينة البصرة وتشمل **التفاح الأخضر** الاسم العلمي *Malus viridis* من الفصيلة الوردية المستورد من تركيا العلامة التجارية (TURKO TARIM) لتحضير عصير التفاح، استعمل ماء معدني معقم منتج من شركة در الينابيع لتحضير المشروبات الوظيفية، كما تم الحصول على عزلة نقية مجففة من طحلب السبيرولينا *(Spirullina) Arthrospira* وأدخالها في تحضير المشروبات الوظيفية وتم الحصول عليها من المركز القومي للبحوث الزراعية - وحدة بيوتكنلوجيا الطحالب في جمهورية مصر العربية – القاهرة – الدقي، **و** استعمل سكر الأنيولين Inulin كمحفز حيوي Prebiotic في تدعيم المشروبات الوظيفية والمجهز من شركة Avon Chem المملكة المتحدة UK، استعملت سلالة المعزز الحيوي(Probiotics)وهي بكتريا (La-5) *Lactobacillus acidophilus*العلاجية المجهزة بشكل مزارع مجفدة من شركة Chr.HanSens A/S الدنمارك/UK في تدعيم المشروبات الوظيفية.

- تحضير الأوساط الزرعية المستعملة في تنمية الأحياء المجهرية

عقمت جميع الأوساط الزرعية ومحاليل التخفيف المحضرة باستعمال جهاز المؤصدة الكهربائية Autoclave على درجة حرارة 121مْ ولمدة 15 دقيقة وتحت ضغط 15 باوند/الانج المربع، كما حضر وسط MRS *Lactobacillus* agarالصلب ووسط MRS broth *Lactobacillus* السائل، كما استعملت أغشية البتري فلم (Petrifilm) لعد البكتريا الكلي وعد بكتريا القولون الكلية وعد الخمائر والأعفان والمجهزة من شركة (3M Food Safety) الامريكية (U.S.A.).

- طرائق العمل Methods

- تحضير العصائر الخام والمشروبات الوظيفية

- تحضير عصير التفاح الخام

استعمل التفاح الاخضر الطازج في تحضير عصير التفاح إذ غسل التفاح وقطع إلى قطع صغيرة وخلط مع الماء بنسبة (التفاح: الماء) (4:1) (وزن: حجم) ثم وضع بمحضرة العصير نوع Entsafter (QUIGG) للحصول على العصير والتخلص من القشور والبقايا بعدها صفي العصير بقماش نظيف ولأجل ترويق العصير جمد وترك بعدها لفتره في درجة حرارة الغرفة وصفي مرة اخرى بقطعة قماش للتخلص من البكتين وأجريت هذه العملية مرتين للحصول على عصير رائق جدا وشفاف ذو لون اصفر خفيف وبعد ذلك سخن العصير مع التحريك لبسترته على درجة حرارة 80مْ ولمدة 5 دقائق وبرد في درجة حرارة الغرفة (Hossain *et al.*,2020).

- تحضير مشروبات التفاح الوظيفية

حضرت المشروبات الوظيفية باستعمال عصير التفاح الخام المحضرة في أعلاه والمعبأة في عبوات زجاجية سعة 200 مل نظيفة ومعقمة مسبقاً بالحمام المائي على درجة 85 مْ ولمدة 20 دقيقة (Manjula *et al.*,2021)، قسمت العبوات إلى مجموعتين لكل نوع من المشروبات المحضرة، وبعدها أضيف سكر الانيولين للمشروبات المحضرة بنسب 0 % و1% وزن: حجم (Nguyen *et al.*,2019)، بعدها أضيف طحلب السبيرولينا بنسب (0، 0.5،1)% (وزن:حجم) (Mocanu *et al.*,2013)، وأغلقت العبوات وتم بسترتها في حمام مائي على 80 مْ ولمدة 5 دقائق بعدها بردت إلى درجة حرارة الغرفة (Hossain *et al*. 2020)، وعلمت العبوات بالرموز التالية:

A1: المشروب فقط*Lactobacillus acidophilus* + .

A2: المشروب + 0.5 % سبيرولينا *Lactobacillus acidophilus* + .

A3: المشروب + 1% سبيرولينا *Lactobacillus acidophilus* +.

A4: المشروب + 1% أنيولين *Lactobacillus acidophilus* + .

A5: المشروب + 0.5 % سبيرولينا+ 1% أنيولين*Lactobacillus acidophilus* + .

A6: المشروب + 1% سبيرولينا +1% أنيولين . *Lactobacillus acidophilus* +

- تنشيط بكتريا المعزز الحيوي وحساب أعدادها

اعتمدت الطريقة المذكورة من قبل Hernandez-Mendoza *et al.*(2009)في حساب أعداد البكتريا في الوسط الزرعي السائل إذ قيست الأمتصاصية بجهاز المطياف الضوئي وبطول موجي 620 نانومتر مع استعمال الوسط السائلMRS broth غير الملقح كـ Blank لتصفير الجهاز أجريت عملية تنشيط للبكتريا *Lactobacillus acidophilus* المجفدة في وسط MRS broth وتم الحضن عند درجة حرارة 37مْ لمدة 24 ساعة وأجرى لها عدة تخافيف من 10^{-1} - 10^{-9}، وزرعت بطريقة الصب في وسط MRS agar الصلب المحضر مسبقاً وحضنت الأطباق عند درجة حرارة 37 مْ لمدة 24 ساعة في ظروف لاهوائية بعد انتهاء مدة الحضن حسب لوغاريتم أعداد البكتريا في الأطباق لكل تخفيف بعدها

عمل المنحنى القياسي لعد بكتريا *Lb.acidophilus* لبيان العلاقة بين لوغاريتم أعداد بكتريا المعزز الحيوي في الأطباق وبين قراءة الأمتصاصية الضوئية للتخافيف المحضرة.

- تلقيح المشروبات ببكتريا المعزز الحيوي

لقحت المشروبات المحضرة ببكتريا المعزز الحيوي نوع *Lactobacillus acidophilus* تحت ظروف معقمة في غرفة الزرع و بنسبة 1% (حجم: حجم) (Hossain *et al*.,2020) وبتركيز لقاح (10^8 وحدة تكوين مستعمرة/مل) (White and Hekmat,2018)، بعدها نقلت عبوات المشروبات الوظيفية إلى الحاضنة بدرجة حرارة 37 مْ لمدة 24 ساعة لغرض أجراء عملية التخمير Fermentationحسب الطريقة المذكورة في Nguyen *et al*.(2019) وحفظت بالتبريد على 4مْ لمدة 45 يوم، وأجريت الفحوصات الكيميائية والحسية و الميكروبية والفيزيوكيميائية على المشروبات الوظيفية اثناء مدد الخزن (0، 15، 30، 45) يوم.

- الفحوصات الميكروبية

قدرت الأعداد الميكروبية في المشروبات الوظيفية وذلك بتحضير سلسلة من التخافيف العشرية يأخذ 1 غم او 1 مل من النموذج وأضيف إلى 9 مل من محلول التخفيف ثم نقل 1 مل من التخافيف اللازمة وزرعت على أغشية البتري فلم (3M Petrifilm^{TM})، وأجريت جميع الفحوصات الميكروبية بمعدل مكررين لكل تخفيف وعبر عن أعداد الميكروبات النامية بوحدة (وحدة تكوين مستعمرة/غم) (Sousa *et al*., 2005; Nero *et al*., 2006).

- حساب أعداد بكتريا المعزز الحيوي

أخذ 1مل من المشروبات الوظيفية وأجري لها سلسلة من التخافيف العشرية بماء الببتون وزرعت على الوسط الزرعي الصلب MRS agar وبطريقة الصب بالأطباق Pour Plate Methodوحضنت الاطباق بدرجة حرارة 37مْ في ظروف لاهوائية و لمدة 48 ساعة وحسبت أعداد البكتريا النامية حسب Nguyen *et al*.(2019).

- الفحوصات الكيميائية للمشروبات الوظيفية

- تقدير التركيب الكيميائي للمشروبات الوظيفية

قدرت نسب الرطوبة والبروتين والدهن والرماد حسب طريقة (AOAC,2005)، **وحسبت** الكربوهيدرات بالفرق وذلك بطرح المكونات من 100 وحسب Egan *et al*. (1988) بالمعادلة:

Total carbohydrate (%)= 100–[crude protein+ crude fat+moisture +ash]

- الفحوصات الكيميائية

- الدالة الحامضية pH

قدرت الدالة الحامضية بأخذ 5 مل من العينة ووضعت في دورق حجم 25 مل ومزجت جيداً بعدها قيس بجهاز pH-meter وفقاً لطريقة (AOAC(2005.

- الحموضة التسحيحية

قيست نسبة الحموضة التسحيحية للمشروبات الوظيفية المحضرة على أساس الحامض الشائع فيها وهي حامض المالیك وحامض اللاكتيك وحسبت الحموضة التسحيحية بالمعادلة التالية AOAC (2005).

$$\textbf{Titratable acidity} = \frac{\textbf{ml of NaoH} \times \textbf{0.1N} \times \textbf{M.E} \times \textbf{100}}{\textbf{Volume of Sampe (5 ml)}}$$

حيث:

M.E الوزن المكافئ الغرامي للحامض الذي على اساسه تم تقدير الحموضة وهو

= 0.067 على أساس حامض الماليك

= 0.09008 على أساس حامض اللاكتيك

- تقدير حامض الأسكوربيك Ascorbic acid (Vitamin C)

قدر محتوى حامض الأسكوربيك في العينات حسب طريقة Ferreiria *et al*. (2009) إذ أخذ حجم 0.1مل من العينة وأضيف لها 10مل من حامض ميتا فوسفوريك بتركيز 1%، وترك المزيج لمدة 45 دقيقة في درجة حرارة المختبر بعدها رشح بورقة ترشيح نوع Whatman No.1، وأخذ 1مل من الراشح وأضيف له 9 مل من الصبغة الزرقاء 2,6- dichloro Phenol indo phenol، ترك المزيج لمدة 30 دقيقة ثم أخذت قراءة الأمتصاصية الضوئية عند طول موجي 515 نانومتر بعد عمل منحنى قياسي من حامض الأسكوربيك القياسي والمحضر بتراكيز(0-400) ملغم/مل وحسب محتوى حامض الاسكوربيك في العينات من العلاقة البيانية بين تركيز الحامض والأمتصاصية.

- تقدير المركبات الفينولية الكلية

قدرت المركبات الفينولية بالطريقة اللونية Folin Ciocalteu المذكورة من قبل Michael *et al*. (2018)، إذ خلط 0.1 مل من المشروبات الوظيفية مع 0.1 مل كاشف فولن وحضن بدرجة حرارة الغرفة لمدة ثلاث دقائق بعدها أضيف إليه 0.1 مل من 7.5% v/w كاربونات الصوديوم Na_2Co_3 مع الخلط في درجة حرارة الغرفة، وحضر محلول Blank بنفس الخطوات أعلاه ما عدا العينة، إذ أضيف الماء المقطر بدلا عنها، حفظ التفاعل في الظلام لمدة 2 ساعة وقرأت الامتصاصية بجهاز Spectrophotometer على طول موجي 725 نانومتر، حضر حامض الكاليك القياسي Gallic acid وقدرت المركبات الفينولية بوحدة ملغم/غم GAEمستخلص وذلك بوزن 1 ملغم من حامض الكاليك وذوب في 1مل ماء مقطر للحصول على التركيز1ملغم/مل وهو المحلول الاصلي (stock solution) الذي خفف لتحضير بقية التراكيز المستخدمة وهي (10–120ملغم/مل).

- قياس الفعالية المضادة للأكسدة

قيست النسبة المئوية لتثبيط الجذور الحرة بطريقة (radical scavenging activity) وفقاً لطريقة Kumar *et al*.(2008)، أذ نقل 1مل من المشروبات الوظيفية ومزجت مع 1مل من مادة 1 - diphenyl, 2 , 2) DPPH picrylhydrazyl) (Hidayati *et al*., 2020) وحفظ المحلول لمدة 30 دقيقة بدرجة حرارة الغرفة في مكان مظلم، إذ تحول اللون من الأرجواني إلى الأصفر وقرأت الأمتصاصية على طول موجي 517 نانومتر، وقورنت الفعالية التثبيطية مع المركب القياسي BHT والمحضر بنفس تراكيز المستخلص وحسبت النسبة المئوية لتثبيط الجذور الحرة من المعادلة التالية:

$$\text{نشاط الكسح الجذري \%} = \frac{\text{امتصاصية control} - \text{امتصاصية المستخلص}}{\text{امتصاصية control}} \times 100$$

- الفحوصات الفيزيائية

- المحتوى الكلي للمواد الصلبة الذائبة Brix% ومعامل الانكسار

أتبعت الطريقة المذكورة في AOAC (2005) لتقدير معامل الانكسار والمواد الصلبة الذائبة الكلية للمشروبات الوظيفية في درجة حرارة المختبر وذلك بجهاز الرفراكتوميتر نوع Abbe Type universal Refractometer ألماني المنشأ وسجلت القراءة بعد تعديلها على أساس درجة حرارة المختبر 20مْ.

- تقدير اللزوجة viscosity

قدرت لزوجة المشروبات الوظيفية باستعمال جهاز قياس اللزوجة أوستوالد Ostwald viscometer نوع B وقورنت مع لزوجة الماء المقطر عند درجة حرارة 30 مْ والمذكورة في Momin and Thakre (2015)، لزوجة الماء عند 30مْ تساوي 0.7978 بويز وكثافة الماء عند 30مْ تساوي 0.99559 غرام / سم^{3}. وباستعمال قانون اللزوجة:

$$\frac{\text{لزوجة الماء}}{\text{لزوجة العصير}} = \frac{\text{وقت مرور الماء} \times \text{كثافة الماء}}{\text{وقت مرور العصير} \times \text{كثافة العصير}}$$

- تقدير الكثافة النوعية

قدرت الكثافة النوعية للمشروبات الوظيفية بوساطة قنينة الكثافة البكنومتر (Pycnometer) بحجم 10 مل حسب Constenla *et al*.(1989)، حسب القانون الأتي:

$$\text{الكثافة النوعية(غم/مل)} = \frac{\text{وزن قنينة الكثافة مملوءة بالسائل(غم)} - \text{وزنها فارغة(غم)}}{\text{حجم قنينة الكثافة (10 مل)}}$$

- التقييم الحسي للمشروبات الوظيفية

أجري التقييم الحسي للمشروبات الوظيفية وبمدد خزنية (0، 15، 30، 45) يوماً من قبل عشرة متخصصين في قسم علوم الأغذية/كلية الزراعة/جامعة البصرة، وشملت الصفات الحسية المدروسة صفة اللون Color والقوام (الشعور بالفم texture)والطعم taste والرائحة Odor والتقبل العام Overall acceptability ولكل صفة 25 درجة وحسب استمارة التقييم الحسي والمذكورة من قبل Bahlol *et al*.(2018).

- التحليل الأحصائي

تم أجراء التحليل الأحصائي للبيانات أستنادا للتصميم العشوائي الكامل CRD (Complete Randomized Design) وعلى أساس تجربة عاملية ذات عاملين وحللت النتائج ضمن البرنامج الأحصائي الجاهز (Genstat,2009) وأختبرت العوامل المدروسة باستعمال أقل فرق معنوي بين المتوسطات L.S.D. عند مستوى أحتمالية ($P< 0.05$) .

-النتائج والمناقشة Results and Discussion

1- التغير في أعداد بكتريا المعزز الحيوي في المشروبات الوظيفية أثناء مدة الخزن

يوضح الجدول(1) التغير في أعداد بكتريا المعزز الحيوي *Lactobacillus acidophilus* في المشروبات الوظيفية المدعمة ببكتريا المعزز الحيوي والمحفز الحيوي وطحلب السبيرولينا أثناء مدة الخزن البالغة 45 يوم بالتبريد في درجة حرارة 4مْ، وأظهرت النتائج ارتفاع أعداد بكتريا المعزز الحيوي في مشروب التفاح، كما لوحظ وجود فروق معنوية في لوغاريتم أعداد بكتريا المعزز الحيوي في المشروبات الوظيفية بين المدد الخزنية وأنخفاض أعدادها في أثناء مدة الخزن البالغة 45 يوم، إذ أنخفضت الأعداد معنوياً إلى 6.54 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة/مل بعد 45 يوم من الخزن، كما أتضح من النتائج ان إضافة السبيرولينا وسكرالأنيولين إلى المشروبات الوظيفية كان له تأثير ايجابي على زيادة نمو بكتريا المعزز الحيوي.

جدول (1): التغير في لوغاريتم أعداد بكتريا المعزز الحيوي في مشروبات التفاح الوظيفية أثناء مدة الخزن

لوغاريتم أعداد خلايا *Lactobacillus acidophilus* أثناء مدة الخزن (يوم)					
نوع المشروب الوظيفي	الأعداد قبل التخمر	0	15	30	45
A1	7.30	8.30	7.30	7.10	6.36
A2	7.31	8.38	7.43	7.40	6.38
A3	7.34	8.46	7.61	7.41	6. 65
A4	7.30	8.35	7.65	7.32	6.48
A5	7.32	8.78	7.69	7.54	6.50
A6	7.36	8.94	7.96	7.62	6.86
متوسط المدة	**7.365**	**8.53**	**7.60**	**7.39**	**6.54**
LSD للمقارنة بين متوسطات المدة للمشروبات = 0.1445					
LSD لتداخل مشروب التفاح مع المدة الخزنية = 0.01500					

1: المشروب فقط*Lactobacillus acidophilus* +، 2: المشروب + 0.5 % سيبرولينا *Lactobacillus* + *acidophilus*، 3: المشروب + 1% سيبرولينا *Lactobacillus acidophilus* +، 4: المشروب + 1% أنيولين + *Lactobacillus acidophilus*، 5: المشروب + 0.5 % سيبرولينا+ 1% أنيولين*Lactobacillus acidophilus* +، 6: المشروب + 1% سيبرولينا +1% أنيولين *Lactobacillus acidophilus* +

توافقت النتائج مع ما توصل اليه White and Hekmat (2018) أن أعداد بكتريا *Lactobacillus rhamnosus* كانت أعلى في عصير التفاح مقارنة مع عصير العنب مع حصول انخفاض معنوي في أعدادها باستمرار الخزن بالتبريد لمدة 30يوم، وتوافقت النتائج مع Natt and Katyal (2022)الذي لاحظ حصول انخفاض في حيوية بكتريا المعزز الحيوي *Lactobacillus acidophilus* في عصير الفواكه بعد 60 يوم من الخزن بالتبريد. كما أشار Hossain *et al.*(2020) إلى أن أعداد بكتريا*Lactobacillus planetarium* قد أزداد في عصير التفاح مع انخفاض السكر وارتفاع الحموضة بعد 7 أيام وانخفض تدريجياً بعد21 يوم من الخزن المبرد، وأن لوغاريتم أعداد البكتريا *Lactobacillus casi* في عصير التفاح بالكاجو أنخفض من 8.63 إلى 8.53 وحدة تكوين مستعمرة/ مل بعد 35 يوم خلال الخزن بالتبريد على 4م (Pereira *et al.*,2013). كما لوحظ من النتائج أن إضافة السبيرولينا عزز من نمو بكتريا المعزز الحيوي والذي قد يعود كون السبيرولينا تعد مصدر جيد للعديد من المغذيات ومنها السكريات المتعددة الخارجية الاحماض الأمينية الحرة والأحماض النووية والهايبوزانثين والأدنين والفيتامينات والمعادن ومشتقات فيتامين B وهو محفز معروف لبكتريا المعزز الحيوي ومن ثم أعطت إضافة الطحالب بنسبة 1% أفضل نمو (Mocanu *et al.*,2013; Celekli *et al.*,2019)، ووجد أن إضافة سكر الأنيولين كان له تأثير ايجابي على حيوية بكتريا المعزز الحيوي وهذا لم يتفق مع White and Hekmat (2018) إذ لاحظ عدم وجود فروق معنوية في حيوية البكتريا في عصير التفاح والبرتقال والعنب عند إضافة الأنيولين قصير وطويل السلسة.

2- التغير في المحتوى الميكروبي في المشروبات الوظيفية أثناء مدة الخزن

أظهرت النتائج في الجدول (2) أن أعداد البكتريا الكلي كان منخفضة في مشروب التفاح ولوحظ عدم وجود فروق معنوية ($P<0.05$) في العدد الكلي للبكتريا بين مشروب التفاح، وأظهرت النتائج انخفاض معنوي في لوغاريتم أعداد البكتريا الكلي في المشروبات الوظيفية أثناء الخزن بالتبريد لمدة 45 يوم، إذ أنخفضت الأعداد معنويا إلى 7.890 وحدة تكوين مستعمرة/ مل بعد 45 يوم من الخزن بعد إذ كانت في وقت الصفر 9.367 وحدة تكوين مستعمرة/مل، كما لوحظ من الجدول (2) أن جميع أنواع المشروبات الوظيفية المحضرة خالية من بكتريا القولون أثناء مدة الخزن بالتبريد البالغة 45 يوم. كما بين الجدول (2) لوغاريتم أعداد الخمائر والأعفان في المشروبات الوظيفية إذ لم يلاحظ وجودها في وقت الصفر في جميع المشروبات وظهرت بعد 30 يوم من الخزن المبرد وأرتفع متوسط أعدادها في مشروب التفاح إلى 3.569 وحدة تكوين مستعمرة/مل بعد 45 يوم من الخزن، وقد يعود سبب انخفاض العدد الكلي للبكتريا في المشروبات الوظيفية المدعمة أثناء الخزن إلى انخفاض الدالة الحامضية وأختلاف ظروف النمو ودرجة الحرارة. في حين قد يعود نمو الخمائر والأعفان في مشروبي التفاح إلى انخفاض قيم الدالة الحامضية فيها بسبب نمو بكتريا المعزز الحيوي *Lactobacillus acidophilus*، وتوافق هذا مع ما ذكره Natt and Katyal (2022) كما بين حصول ارتفاع للاعفان والخمائر بعد 60 يوم من الخزن المبرد لعصائر الفواكه في حين لم تتواجد في بداية الخزن.

جدول (2): التغير في المحتوى الميكروبي في المشروبات الوظيفية اثناء مدة الخزن

نوع المشروب الوظيفي		لوغارتم العدد الكلي للبكتريا Total count				لوغارتم اعداد بكتريا القولون اثناء مدة الخزن (يوم)				عدد الخمائر والاعفان Y&M اثناء مدة الخزن (يوم)			
		0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45
مشروب التفاح	A1	9.15	8.45	8.20	7.05	ND	ND	ND	ND	Nil	Nil	Nil	3.276
	A2	9.18	8.49	8.23	7.12	ND	ND	ND	ND	Nil	Nil	Nil	3.49
	A3	9.22	8.50	8.25	7.16	ND	ND	ND	ND	Nil	Nil	Nil	3.66
	A4	9.16	8.47	8.21	7.07	ND	ND	ND	ND	Nil	Nil	Nil	3.595
	A5	9.35	8.64	8.30	7.18	ND	ND	ND	ND	Nil	Nil	4.55	3.68
	A6	9.69	8.85	8.42	7.23	ND	ND	ND	ND	Nil	Nil	Nil	3.71
	متوسط المدة	**9.292**	**8.567**	**8.268**	**7.135**	*	*	*	*	**0.00**	**0.00**	**0.758**	**3.569**
LSD للمقارنة بين متوسطات المدة للمشروبات = 0.1096 LSD لتداخل مشروب التفاح مع المدة الخزنية = 0.01642						* = * =				0.4954 = 0.007508 =			

ND: Not Detected، Nil: لا توجد خمائر وأعفان، * :القيمة غير موجودة، 1: المشروب فقط + *Lactobacillus acidophilus*، 2: المشروب + 0.5 % سبيرولينا + *Lactobacillus acidophilus*، 3: المشروب + 1% سبيرولينا + *Lactobacillus acidophilus*، 4: المشروب + 1% أنيولين + *Lactobacillus acidophilus*، 5: المشروب + 0.5 % سبيرولينا+ 1% أنيولين + *Lactobacillus acidophilus*، 6: المشروب + 1% سبيرولينا +1% أنيولين + *Lactobacillus acidophilus*

3- التغير في التركيب الكيميائي في المشروبات الوظيفية أثناء مدة الخزن

أشارت النتائج المبينة في الجدول (3) التغير الحاصل في النسبة المئوية للرطوبة في المشروبات الوظيفية المدعمة، فقد لوحظ عدم وجود فروق معنوية (P<0.05) في نسبة الرطوبة بين المشروبات الوظيفية وكانت النسبة عالية في مشروب التفاح اذ ارتفعت أثناء مدة الخزن إلى 88.135 % بعد 45 يوم من الخزن وأن أعلى ارتفاع كان في المعاملات A1 إذ بلغت 88.9 %.

كما أشارت النتائج المبينة في الجدول (3) إلى التغير الحاصل في النسبة المئوية للبروتين في المشروبات الوظيفية المدعمة، إذ لوحظ عدم وجود فروق معنوية (P<0.05) في نسبة البروتين بين المشروبات الوظيفية وكانت نسبته منخفضة في مشروب التفاح، كما وجد من النتائج عدم وجود فروق معنوية في نسبة البروتين للمشروبات الوظيفية بين المدد الخزنية فقد لوحظ حصول انخفاض نسبة البروتين لجميع المشروبات الوظيفية أثناء الخزن إلى 0.594% بعد 45 يوم من الخزن وأن أعلى انخفاض كان في المعاملات A1 إذ بلغت 0.513%.

وأشارت النتائج المبينة في الجدول (3) إلى التغير الحاصل في النسبة المئوية للدهون في المشروبات الوظيفية المدعمة، فقد لوحظ عدم جود فروق معنوية (P<0.05) في النسبة المئوية للدهن بين المشروبات الوظيفية، كما لوحظ حصول انخفاض تدريجي في نسبة الدهن لجميع المشروبات الوظيفية أثناء الخزن إلى 1.442% بعد 45 يوم من الخزن، وأن أعلى انخفاض كان في المعاملاتA1 إذ بلغت 1.2 %. في حين أظهرت النتائج في الجدول (3) إلى التغير الحاصل في النسبة المئوية للرماد في المشروبات الوظيفية المدعمة، فقد لوحظ عدم وجود فروق معنوية (P<0.05) في النسبة المئوية للرماد بين المشروبات الوظيفية، كما وجد حصول انخفاض في نسبة الرماد لجميع المشروبات الوظيفية أثناء الخزن إلى 0.18% بعد 45 يوم من الخزن وأن أعلى انخفاض كان في المعاملات A4 إذ بلغت 0.098 %. وبينت النتائج في الجدول (3) إلى التغير الحاصل في النسبة المئوية للكربوهيدرات في المشروبات الوظيفية المدعمة، فقد لوحظ عدم جود فروق معنوية (P<0.05) في الكربوهيدرات بين المشروبات الوظيفية،كما وجد من النتائج وجود فروق معنوية في الكربوهيدرات للمشروبات الوظيفية بين المدد الخزنية فقد لوحظ حصول انخفاض في الكربوهيدرات لجميع المشروبات الوظيفية أثناء الخزن إذ أنخفضت إلى 9.614% بعد 45 يوم من الخزن وأن أعلى انخفاض كان في المعاملات A2 إذ بلغت 9.19 %.

جدول (3): التغير في التركيب الكيميائي في المشروبات الوظيفية اثناء مدة الخزن

نوع المشروب الوظيفي		% الرطوبة أثناء مدة الخزن (يوم)				% البروتين أثناء مدة الخزن (يوم)				% الدهن أثناء مدة الخزن (يوم)				%الكربوهيدرات أثناء مدة الخزن (يوم)				% الرماد أثناء مدة الخزن (يوم)			
		0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45
مشروب التفاح	A1	84.46	87.24	88.56	88.90	0.52	0.52	0.52	0.51	1.43	1.43	1.30	1. 20	13.34	10.62	9.48	9.26	0.24	0.18	0.12	0.12
	A2	84.14	86.46	87.98	88.53	0.63	0.63	0.62	0.62	1.5	1.48	1.49	1.48	13.43	11.21	9.72	9.19	0.28	0.22	0.17	0.17
	A3	83.18	85.70	87.81	87.95	0.67	0.66	0.65	0.64	1.64	1.60	1.53	1.57	14.21	11.63	9.77	9.62	0.29	0.39	0.23	0.20
	A4	84.44	87.38	88.40	88.56	0.53	0.52	0.52	0.51	1.20	1.20	1.19	1.35	13.69	10.72	9.78	9.47	0.13	0.17	0.10	0.09
	A5	82.98	86.13	87.25	87.93	0.65	0.64	0.63	0.62	1.72	1.72	1.60	1.50	14.43	11.22	10.31	9.75	0.21	0.28	0.20	0.18
	A6	82.50	85.32	86.75	87.14	0.67	0.67	0.65	0.65	1.93	1.93	1.62	1.52	14.54	11.70	10.64	10.37	0.34	0.37	0.32	0.30
	متوسط المدة	**83.617**	**86.373**	**87.792**	**88.135**	**0.616**	**0.611**	**0.602**	**0.594**	**1.573**	**1.560**	**1.457**	**1.442**	**13.942**	**11.187**	**9.956**	**9.614**	**0.253**	**0.268**	**0.193**	**0.180**
LSD للمقارنة بين متوسطات المدة للمشروبات = 0.35276 LSD لتداخل مشروب التفاح مع المدة الخزنية = 0.01607						= 0.05155 = 0.001642				=0.07783 =0.006868				= 0.2370 = 0.004993				= 0.03787 = 0.003717			

1: المشروب فقط *Lactobacillus acidophilus* +، 2: المشروب + 0.5 % سيبرولينا *Lactobacillus acidophilus* +، 3: المشروب + 1% سيبرولينا *Lactobacillus acidophilus* +، 4: المشروب + 1% أنيولين + *Lactobacillus acidophilus*، 5: المشروب + 0.5 % سيبرولينا+ 1% أنيولين*Lactobacillus acidophilus* +، 6: المشروب + 1% سيبرولينا +1% أنيولين *Lactobacillus acidophilus* +

وكانت النتائج مقاربة مع ما توصل اليه Rydzak *et al.*(2020) الذين وجدوا أن نسبة البروتين والدهن في عصير التفاح أقل من 0.5% في حين الكربوهيدرات تتراوح من (10.2-11)%، في حين كانت النتائج متوافقة لما وجده Bendaali *et al.*(2022) أن نسبة البروتين والدهن والكربوهيدرات في عصير العنب الطبيعي كانت (0.5> و0.2 و17)غم/100 مل عصير على التوالي، وكانت النتائج مقاربة لما ذكره Rai and Bai (2015) أن نسبة الكربوهيدرات في عصير التفاح والعنب إذ بلغت 11.30و 14.55 غم/100غم على التوالي، كما توصل Vignesh *et al.*(2019) إلى انخفاض السكريات الكلية في عصير الفواكه أثناء الخزن لمدة 45 يوم. كما تبين من النتائج ان إضافة السبيرولينا أدى إلى خفض النسبة المئوية للرطوبة للمشروبات الوظيفية ويعود ذلك إلى ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة والكلية ولوجود تناسب عكسي بينها وبين الرطوبة، وهذا ما لاحظه Hossain *et al.*(2020) ارتفاع الرطوبة في عصير التفاح المدعم ببكتريا المعزز الحيوي *Lactobacillus plantarum* و *Lactobacillus fermentum* بنسبة1% ورافق ذلك انخفاض نسبة المواد الصلبة الكلية الذائبة أثناء الخزن لمدة 21 يوم.

وتوافقت النتائج مع Hossain *et al.*(2020) الذي لاحظ حصول انخفاض قليل في نسبة البروتين لعصير التفاح المدعم ببكتريا المعزز الحيوي بعد الخزن بالتبريد لمدة21 يوم، كما أن ارتفاع الكربوهيدرات في المشروبات الوظيفية ويعود ذلك إلى أحتواء السبيرولينا على 13.6% من الكربوهيدرات (Seyidoglu *et al.*,2017). وقد يعود انخفاض البروتين والدهن والرماد والكربوهيدرات إلى ارتفاع نسبة الرطوبة للمشروبات أثناء مدة الخزن فضلا عن الأنخفاض التدريجي للمواد الصلبة الكلية والبروتينات والسكريات بسبب أستهلاكها من قبل البكتريا في الفعاليات الأيضية التي لها القدرة على النمو في العصير بدون إضافة مواد مغذية مدعمة (Hossain *et al.*,2020).

4- التغير في الدالة الحامضية والحموضة التسحيحية في المشروبات الوظيفية أثناء مدة الخزن

تشير النتائج في الجدول (4) إلى التغير في قيم الدالة الحامضية للمشروبات الوظيفية المدعمة أثناء مدة الخزن بالتبريد في درجة حرارة 4مْ. وأظهرت النتائج وجود فروق معنوية (P<0.05) في الدالة الحامضية بين المشروبات الوظيفية وحصول انخفاض تدريجي في قيم الدالة الحامضية مع ارتفاع الحموضة التسحيحية أثناء الخزن، إذ حصل انخفاض في

مشروب التفاح إلى 3.968 بعد 45 يوم من الخزن وأن أعلى انخفاض في قيم الدالة الحامضية كان في المعاملات A6 إذ بلغت 3.6، جاءت هذه النتائج متفقة مع Tran *et al.*(2020) عند دراسته لعصير الكريب فروت المخمر ببكتريا *Lactobacillus*و*Bifidobacterium* حصول انخفاض في قيمة الدالة الحامضية أثناء التخمر بسبب أنتاج الاحماض الدهنية قصيرة السلسة من قبل بكتريا المعزز الحيوي، كما اتفقت النتائج مع ما توصل اليه عيدان (2021) إلى انخفاض قيمة الدالة الحامضية للمشروب الوظيفي أثناء الخزن ويعود سبب ذلك إلى قابلية بكتريا المعزز الحيوي على تخمير سكر اللاكتوز وانتاج حامض اللاكتيك.

كما أشارت النتائج في الجدول (5) إلى الحموضة التسحيحية للمشروبات الوظيفية المخزنة بالتبريد على درجة حرارة 4م ولمدة 45 يوم وعلى أساس حامض اللاكتيك وحامض الماليك، فقد لوحظ وجود فروق معنوية ($P<0.05$) في الحموضة التسحيحية (على أساس حامض اللاكتيك) بين المشروبات الوظيفية، وقد لوحظ حصول ارتفاع معنوي في الحموضة التسحيحية (على أساس حامض اللاكتيك) للمشروبات الوظيفية أثناء مدة الخزن البالغة 45 يوم فقد أرتفعت القيم إلى 0.5652 بعد 45 يوم من الخزن وأن أعلى ارتفاع كان في المعاملات A1إذ بلغت 0.546. كما بينت النتائج حصول ارتفاع معنوي في الحموضة التسحيحية (على أساس حامض الماليك) في مشروب التفاح أثناء مدة الخزن إلى 0.4223 بعد 45 يوم من الخزن وأن أعلى قيمة كانت للمعاملة A6 إذ بلغت 0.434، كما أشارت نتائج دراستنا إلى ارتفاع الحموضة التسحيحية (على أساس حامض اللاكتيك) مقارنة مع (حامض الماليك) في مشروب التفاح المعزز ببكتريا المعزز الحيوي والتي تقوم بأستهلاك حامض الماليك كمصدر جيد للكربون حتى الأستنفاذ وتحوله إلى حامض اللاكتيك Dimitrovski (*et al.*,2015)، ومن ثم ترتفع الحموضة الكلية وتنخفض الدالة الحامضية تدريجياً أثناء عملية الخزن للمشروبات (Hossain *et al.*,2020).

جدول (4): التغير في الدالة الحامضية في المشروبات الوظيفية أثناء مدة الخزن

الدالة الحامضية pH أثناء مدة الخزن (يوم)				
45	**30**	**15**	**0**	**نوع المشروب الوظيفي**
4.25	4.40	4.50	4.561	**A1**
4.05	4.15	4.19	4.29	**A2**
3.65	3.75	4.00	4.05	**A3**
4.23	4.30	4.35	4.481	**A4**
4.03	4.10	4.15	4.285	**A5**
3.60	3.63	3.95	4.022	**A6**
3.968	**4.055**	**4.190**	**4.282**	**متوسط المدة**
LSD للمقارنة بين متوسطات المدة للمشروبات =0.1621 **LSD لتداخل مشروب التفاح مع المدة الخزنية = 0.3354**				

1: المشروب فقط*Lactobacillus acidophilus* +، 2: المشروب + 0.5 % سيبرولينا *Lactobacillus* + *acidophilus*، 3: المشروب + 1% سيبرولينا *Lactobacillus acidophilus* +، 4: المشروب + 1% أنيولين + *Lactobacillus acidophilus*، 5: المشروب + 0.5 % سيبرولينا+ 1% أنيولين*Lactobacillus acidophilus* +، 6: المشروب + 1% سيبرولينا +1% أنيولين *Lactobacillus acidophilus* +

جدول (5): التغير في الحموضة التسحيحية في المشروبات الوظيفية أثناء مدة الخزن

لحموضة التسحيحية % أثناء مدة الخزن (يوم)				
45	**30**	**15**	**0**	**نوع المشروب الوظيفي**
على أساس حامض اللاكتيك				
0.546	0.530	0.493	0.486	**A1**
0.570	0.540	0.520	0.504	**A2**
0.576	0.544	0.535	0.522	**A3**
0.548	0.540	0.508	0.504	**A4**
0.572	0.542	0.524	0.511	**A5**
0.578	0.546	0.539	0.530	**A6**
0.56523	**0.54033**	**0.5198**	**0.5099**	**متوسط المدة**
على اساس حامض الماليك				
0.409	0.376	0.364	0.361	**A1**
0.421	0.381	0.378	0.375	**A2**
0.428	0.393	0.388	0.388	**A3**
0.415	0.380	0.379	0.378	**A4**
0.425	0.385	0.380	0.380	**A5**
0.434	0.395	0.390	0.389	**A6**
0.4223	**0.3853**	**0.3802**	**0.3788**	**متوسط المدة**
LSD لتداخل مشروب التفاح أثناء المدة الخزنية (الماليك) =0.001936			**LSD للمقارنة بين متوسطات المدة للمشروبات (اللاكتيك) = 0.006850**	
LSD لتداخل مشروب التفاح مع المدة الخزنية (الماليك) = 0.004742			**LSD لتداخل مشروب التفاح مع المدة الخزنية (اللاكتيك) = 0.0008331**	

1: المشروب فقط*Lactobacillus acidophilus* +، 2: المشروب + 0.5 % سبيرولينا *Lactobacillus* + *acidophilus*، 3: المشروب + 1% سبيرولينا *Lactobacillus acidophilus* +، 4: المشروب + 1% أنيولين + *Lactobacillus acidophilus*، 5: المشروب + 0.5 % سبيرولينا+ 1% أنيولين*Lactobacillus acidophilus* +، 6: المشروب + 1% سبيرولينا +1% أنيولين *Lactobacillus acidophilus* +

وأتفقت النتائج مع ما ذكره Wajda *et al*.(2020) الذي بين أن سبب انخفاض الدالة الحامضية في عصير التفاح المدعم بالسبيرولينا أثناء الخزن المبرد إلى تواجد الكربوهيدرات التي تعزز نمو بكتريا حامض اللاكتيك وإنتاج الأحماض العضوية ومن ثم ارتفاع الحموضة الكلية على أساس حامض الماليك أثناء الخزن المبرد، في حين توصل Hossain *et al*.(2020) إلى ارتفاع الحموضة التسحيحية على أساس حامض اللاكتيك أثناء خزن عصير التفاح المعزز ببكتريا*Lactobacillus plantarium* من 0.316 في يوم الصفر إلى 0.442 بعد21 يوم من الخزن، وقد يعود سبب الانخفاض في قيم الدالة الحامضية وارتفاع الحموضة التسحيحية للمشروبات الوظيفية أثناء الخزن إلى قدرة بكتريا حامض اللاكتيك المضافة على أنتاج الحوامض العضوية مثل حامض اللاكتيك والخليك اللذين يعملان على رفع نسبة الحموضة التسحيحية في الأغذية المخمرة وخفض الدالة الحامضية للمشروبات تدريجيا أثناء الخزن (الجنابي والعبد الله،2020). فضلاً عن ذلك فأن إضافة السبيرولينا والتي تعد من المحفزات الحيوية التي تحتوي على الكربوهيدرات التي تشجع نمو

ونشاط بكتريا المعزز الحيوي وإنتاج الاحماض العضوية ومن ثم تسبب خفض الدالة الحامضية وزيادة الحموضة التسحيحية (Cai *et al*.,2022 ; Natt and Katyal,2022).

5- التغير في تركيز حامض الأسكوربيك (فيتامين C) في المشروبات الوظيفية أثناء مدة الخزن

أوضحت النتائج المبينة في الجدول (6) التغير الحاصل في تركيز حامض الأسكوربيك في المشروبات الوظيفية المدعمة، إذ لوحظ من النتائج عدم وجود فروق معنوية (P<0.05) في تركيز حامض الأسكوربيك بين المشروبات الوظيفية فقد لوحظ أن تركيزه في مشروب التفاح قد أنخفض معنوياً أثناء الخزن إلى 7.370 ملغم/100مل بعد 45 يوم من الخزن وأن أعلى انخفاض كان في المعاملات A1 إذ بلغت 6.03 ملغم/100مل، وكانت النتائج مقاربة لما جاء به Rydzak *et al*.(2020) في دراسته ان كمية فيتامين C في عصير التفاح الصافي 6.5 ملغم، وأشار Vignesh *et al*.(2019) إلى حصول انخفاض في تركيز حامض الأسكوربيك لعصير فاكهة البابايا والجزر والمانغو بعد الخزن لمدة 45 يوم، كما لاحظ عبود (2020) انخفاض تركيز حامض الأسكوربيك في عصير النومي عند الخزن المبرد 5م لمدة 60 يوم، في حين بين Natt and Katyal (2022) حصول انخفاض في تركيز حامض الأسكوربيك في عصير فاكهة الجوافة المعزز ببكتريا *Lactobacillus acidophilus* أثناء الخزن بالتبريد لمدة 8 اسابيع، وقد يعود سبب انخفاض تركيز حامض الأسكوربيك أثناء الخزن إلى عدم قابلية عصير الفاكهة على الاحتفاظ بكمية أعلى منه أثناء الخزن أعتماداً على ظروف الخزن مثل درجة الحرارة والأوكسجين والضوء لأنه يمتاز بكونه مركب غير مستقر (عبود،2020). كما تبين من النتائج ان إضافة السبيرولينا وبكتريا المعزز الحيوي وسكر الأنيولين أدى إلى زيادة تركيز حامض الأسكوربيك للمشروبات الوظيفية، في حين لم تتوافق النتائج مع دراسة Bahlol *et al*.(2018) الذي وجد أن تركيز حامض الاسكوربيك انخفض في نكتار الكيوي والبطيخ بعد إضافة السبيرولينا بنسبة (0، 5، 10)%.

6- التغير في الفعالية المضادة للأكسدة وتركيز المركبات الفينولية الكلية في المشروبات الوظيفية أثناء مدة الخزن

أشارت النتائج المبينة في الجدول (6) إلى التغير الحاصل في المركبات الفينولية الكلية والفعالية المضادة للأكسدة في المشروبات الوظيفية المدعمة ببكتريا المعزز الحيوي والأنيولين والسبيرولينا أثناء مدة الخزن بالتبريد لمدة 45 يوم، فقد لوحظ وجود فروق معنوية (P<0.05) في تركيز المركبات الفينولية بين المشروبات الوظيفية، إذ لوحظ حصول انخفاض معنوي في تركيز المركبات الفينولية مع أستمرار الخزن إذ أنخفض إلى 4.60 ملغم حامض الكاليك/مل بعد مدة الخزن45 يوم وأن أعلى انخفاض كان في المعاملات A1 إذ بلغت 2.4 ملغم حامض الكاليك/مل. كما أشارت النتائج إلى وجود فروق معنوية (P<0.05) في الفعالية المضادة للأكسدة بين المشروبات الوظيفية، كما لوحظ وجود فروق معنوية في الفعالية المضادة للأكسدة بين المدد الخزنية إذ أنخفضت إلى 41.61 % بعد مدة 45 يوم من الخزن وأن أعلى انخفاض كان في المعاملات إذ بلغت 37.72 %.

وقد يعود أختلاف الفعالية بين المشروبات الوظيفية لأختلاف التركيب الكيميائي للمركبات المضادة للأكسدة التي أثرت على قدرة تثبيط الجذور الحرة وأختلاف تركيز المركبات الفينولية المتعددة فيها والذي يعود إلى نوعية المواد الخام وظروف النمو والبيئة وطريقة أستخلاص وتصنيع العصير (Rydzak *et al*.,2020)، وتبين من النتائج ان إضافة السبيرولينا أدى إلى زيادة تركيز المركبات الفينولية والفعالية المضادة للأكسدة في المشروبات الوظيفية ويعود ذلك لأحتواء

السبيرولينا على العديد من المركبات الفينولية فضلاً عن المركبات الفلافونويدية والتي ساهمت بشكل كبير في النشاط المضاد للأكسدة بأعتبارها مقتنصات للجذور الحرة عالية الفعالية بسبب خصائص الأكسدة والاختزال (Gabr *et al.*,2020 ; Hidayati *et al.*,2020) وتوافقت النتائج مع Nguyen *et al.*(2019) إذ وجد ان بكتريا المعزز الحيوي تنتج منتجات أيضية متنوعة مثل الكلوتاثيون وحامض البيوتريك والحديد والتي لها فعالية مضادة للأكسدة في عصير الأناناس المخمر ببكتريا *Lactobacillus acidophilus* و *Bifidobacterium*و *Lactobacillus planetarium* .

كما وجد من النتائج حصول انخفاض في تركيز المركبات الفينولية والفعالية المضادة للاكسدة لجميع المشروبات الوظيفية أثناء مدة الخزن البالغة 45 يوم، إذ وجد Pereira *et al.*(2013) ارتفاع الفعالية المضادة للاكسدة والمركبات الفينولية في عينات عصير التفاح مع الكاجو المخمرة ببكتريا *Lactobacillus casi* مقارنة مع العينات غير المخمرة والتي أنخفضت أثناء الخزن المبرد لمدة 42 يوم، في حين بين Natt and Katyal (2022) حصول انخفاض في النشاط المضاد للأكسدة في عصير فاكهة الجوافة المعزز ببكتريا *Lactobacillus acidophilus* أثناء الخزن بالتبريد لمدة 8 اسابيع.

جدول (6): التغير في تركيز المركبات الفينولية وحامض الاسكوربك والفعالية المضادة للاكسدة في المشروبات الوظيفية اثناء مدة الخزن

نوع المشروب الوظيفي		تركيزالمركبات الفينولية ملغم حامض الكاليك/مل أثناء مدة الخزن (يوم)				حامض الاسكوربيك ملغم/ 100مل عصير أثناء مدة الخزن (يوم)				الفعالية المضادة للأكسدة (%) DPPH أثناء مدة الخزن (يوم)			
		0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45
مشروب التفاح	A1	14.53	6.53	2.84	2.40	15.65	15.05	6.05	6.03	50.27	46.76	42.74	37.72
	A2	16.69	11.07	4.69	4.04	17.35	16.55	7.55	7.05	53.26	50.83	45.69	40.09
	A3	17.30	13.15	5.15	5.02	17.55	16.65	8.95	8.55	58.33	52.59	49.58	44.96
	A4	18.53	7.38	3.00	2.89	15.86	15.45	6.55	6.09	50.29	48.43	42.76	38.39
	A5	20.92	11.76	4.92	4.66	17.85	17.02	8.05	7.55	55.36	51.73	46.41	41.73
	A6	22.15	13.46	6.07	5.43	18.55	17.55	9.05	8.95	63.61	60.29	50.82	46.77
	متوسط المدة	**18.35**	**10.56**	**4.45**	**4.07**	**17.135**	**16.378**	**7.700**	**7.370**	**55.19**	**51.77**	**46.33**	**41.61**
LSDللمقارنة بين متوسطات المدة للمشروبات = 2.512 LSD لتداخل مشروب التفاح مع المدة الخزنية = 0.02596						0.7565 = 0.01642 =				4.773 = 0.01642 =			

1: المشروب فقط*Lactobacillus acidophilus* +، 2: المشروب + 0.5 % سبيرولينا *Lactobacillus* + *acidophilus*، 3: المشروب + 1% سبيرولينا *Lactobacillus acidophilus* +، 4: المشروب + 1% أنيولين + *Lactobacillus acidophilus*، 5: المشروب + 0.5 % سبيرولينا+ 1% أنيولين*Lactobacillus acidophilus* +، 6: المشروب + 1% سبيرولينا +1% أنيولين *Lactobacillus acidophilus* +

7- التغير في الصفات الفيزيائية في المشروبات الوظيفية أثناء مدة الخزن

يوضح الجدول (7) تأثير التدعيم ببكتريا المعزز الحيوي والمحفز الحيوي وطحلب السبيرولينا على التغير في الصفات الفيزيائية للمشروبات الوظيفية التي شملت الكثافة النوعية والمواد الصلبة الكلية و معامل الأنكسار واللزوجة.

ويبين الجدول (7) تأثير التدعيم على الكثافة النوعية للمشروبات الوظيفية والمخزنة بالتبريد على درجة حرارة 4م ولمدة 45 يوم، إذ يلاحظ من النتائج عدم وجود فروق معنوية ($P<0.05$) في الكثافة النوعية بين المشروبات الوظيفية

فقد لوحظ حصول انخفاض غير معنوي في الكثافة النوعية للمشروبات أثناء الخزن إلى 1.0932 بعد يوم 45 من الخزن وأن أعلى انخفاض كان في المعاملات A1 إذ بلغت 1.089.

وأشارت النتائج في جدول (7) تأثير التدعيم على نسبة المواد الصلبة الذائبة للمشروبات الوظيفية المخزنة بالتبريد لمدة 45 يوم، فقد لوحظ عدم وجود فروق معنوية (P<0.05) في نسبة المواد الصلبة الذائبة بين المشروبات الوظيفية كما لوحظ حصول انخفاض نسبة المواد الصلبة الذائبة أثناء مدة الخزن إذ أنخفضت إلى 11.167 °Brix بعد 45 يوم من الخزن وأن أعلى انخفاض كان في المعاملات A1 إذ بلغت 9.5 °Brix.

أظهرت النتائج في الجدول (7) تأثير التدعيم على قيمة معامل الانكسار للمشروبات الوظيفية المخزنة بالتبريد لمدة 45 يوم، فقد لوحظ عدم وجود فروق معنوية (P<0.05) بين قيم معامل الانكسار، كما لوحظ حصول انخفاض معنوي في قيم معامل الانكسار أثناء الخزن إلى 1.3372 بعد 45 يوم من الخزن وأن أعلى انخفاض كان في المعاملات A1 إذ بلغت 1.3365.

أوضحت النتائج المبينة في جدول (7) تأثير التدعيم على لزوجة المشروبات الوظيفية والمخزنة بالتبريد لمدة 45 يوم، إذ لوحظ عدم وجود فروق معنوية (P<0.05) في اللزوجة بين المشروبات، كما لوحظ حصول انخفاض غير معنوي في اللزوجة أثناء الخزن إلى 0.965 سنتي بويز في مدة 45 يوم وأن أعلى انخفاض كان في المعاملات A1وG1 وO1 إذ بلغت 0.918 سنتي بويز . ولوحظ أن إضافة السبيرولينا وسكر الأنيولين والكتلة الحيوية لبكتريا المعزز الحيوي أدى إلى زيادة المواد الصلبة الذائبة ومن ثم ارتفاع اللزوجة والكثافة النوعية ومعامل الانكسار للمشروبات الوظيفية في حين أنخفاضها أثناء الخزن يعود إلى انخفاض نسبة المواد الصلبة الذائبة، وتوافقت هذه النتيجة مع Bahlol *et al.*(2018) الذي وجد أن تدعيم نكتار البطيخ بالسبيرولينا بنسبة (0، 5، 10)% أدى إلى رفع نسبة المواد الصلبة الذائبة، وهذا ما أكدته نتائج Aljobair *et al.* (2021) والتي بينت إلى أن إضافة السبيرولينا بنسبة 10% أدى إلى ارتفاع نسبة المواد الصلبة في مشروب التمر فضلاً عن انخفاض المحتوى الرطوبي في مشروب التمر.

جدول (7): التغير في الصفات الفيزيائية في المشروبات الوظيفية اثناء مدة الخزن

نوع المشروب الوظيفي		المواد الصلبة الذائبة T.S.S % Brix°أثناء مدة الخزن (يوم)				الكثافة النوعية أثناء مدة الخزن (يوم)				اللزوجة (cp) أثناء مدة الخزن (يوم)				معامل الانكسار أثناء مدة الخزن (يوم)			
		0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45
مشروب التفاح	A1	11.11	10.20	9.75	9.50	1.096	1.096	1.095	1.089	1.044	0.962	0.934	0.918	1.3380	1.3374	1.3370	1.3365
	A2	11.12	10.35	9.95	9.80	1.102	1.097	1.097	1.092	1.105	1.064	0.964	0.957	1.3385	1.3380	1.3374	1.3373
	A3	12.16	11.39	10.40	10.34	1.104	1.099	1.098	1.095	1.113	1.107	1.047	1.012	1.3387	1.3383	1.3378	1.3377
	A4	13.30	12.40	12.00	11.86	1.098	1.097	1.095	1.092	1.090	0.978	0.946	0.918	1.3381	1.3375	1.3371	1.3369
	A5	14.30	13.40	13.02	12.70	1.102	1.102	1.100	1.093	1.129	1.114	0.986	0.970	1.3386	1.3381	1.3377	1.3375
	A6	14.50	13.60	13.05	12.80	1.108	1.105	1.100	1.095	1.239	1.138	1.053	1.014	1.3388	1.3384	1.3379	1.3378
	متوسط المدة	**12.748**	**11.89**	**11.362**	**11.167**	**1.102**	**1.0997**	**1.0979**	**1.0932**	**1.121**	**1.061**	**0.822**	**0.965**	**1.338450**	**1.337950**	**1.337483**	**1.337283**
LSD للمقارنة بين متوسطات المدة للمشروبات = 0.5686 LSD لتداخل مشروب التفاح مع المدة الخزنية = 0.01642						=0.007640 =0.00007634				= 0.2179 = 0.00013845				=0.0001871 =0.0001642			

1: المشروب فقط *Lactobacillus acidophilus* +، 2: المشروب + 0.5 % سبيرولينا + *Lactobacillus acidophilus*، 3: المشروب + 1% سبيرولينا + *Lactobacillus acidophilus* +، 4: المشروب + 1% أنيولين +

5: المشروب + 0.5 % سبيرولينا+ 1% أنيولين*Lactobacillus acidophilus*، *Lactobacillus acidophilus* +

6: المشروب + 1% سبيرولينا +1% أنيولين *Lactobacillus acidophilus* +

وقد يعود سبب انخفاض نسبة المواد الصلبة الذائبة للمشروبات في أثناء الخزن إلى إضافة المعززات الحيوية والتي تستهلك المكونات الغذائية لغرض النمو والتكاثر، إذ تقوم بكتريا حامض اللاكتيك باستهلاك الكربوهيدرات غير القابلة للهضم Prebiotic المتوفرة في المشروبات الوظيفية إذ أن عملية التخمير تعمل على تغيير العديد من الخصائص الوظيفية لتلك المشروبات (الجنابي والعبد الله،2020). وهذا ما توصل اليه(2022) Natt and Katyal، إذ وجد أن انخفاض المواد الصلبة الذائبة في عصير الفواكه المدعم ببكتريا المعزز الحيوي يعود إلى أستهلاك السكريات من قبل البكتريا إذ أنخفضت السكريات الكلية بعد الخزن بالتبريد لمدة 60 يوم. وكانت النتائج أعلى مما توصل اليه (2009).Faroqui *et al* إذ وجدوا أن الكثافة النوعية لعصير التفاح الطبيعي كانت 1.044 في حين لعصير التفاح المعلب كانت 1.026، في حين وجد (2009) Okoye and Ibetoأن الكثافة النوعية لعصير التفاح كانت 1.043 والتفاح صغير الحجم 1.054، وأدرجت منظمة الأغذية والزراعة (2012).Charrondiere *et al*الكثافة النوعية لعصائر الفواكه المشروبة وكانت 1.040كما ذكرت أن الكثافة النوعية لعصير التفاح والعنب 1.05 و 1.07على التوالي في حين للحليب كانت 1.03.

وتوافقت النتائج مع المواصفة القياسية لشراب الفواكه Kenya standard (2016) والمواصفة القياسية العامة لعصير ونكتار الفواكه التي تنص على أن نسبة المواد الصلبة الذائبة لعصير التفاح °Brix (10-11.5) وعصير العنب 16 °Brix (BMS,11:2017)، كما توافقت النتائج مع ما أشاروا اليه (2020).Hossain *et al*إذ بينوا انخفاض المواد الصلبة الذائبة لعصير التفاح المعزز بكتريا *Lactobacillus plantarium* و *Lactobacillus fermentum* بعد 21 يوم من الخزن المبرد، ووجد ان المواد الصلبة الذائبة لعصير العنب أعلى من عصير التفاح (الخراز وجماعته،2019)، وكانت النتائج مقاربة لما ذكره(1989) .Constenla *et al* أن نسبة المواد الصلبة الذائبة في عصير التفاح المركز 12.0 °Brixوأن لزوجة تزداد تدريجيا مع زيادة المواد الصلبة الذائبة وتنخفض مع زيادة درجة الحرارة، وأشار(2020).Rydzak *et al* إلى ان لزوجة عصير التفاح الصافي (1.56- 1.60) ملي باسكال. ثا في حين عصير التفاح المضبب بلغت (1.74-2.15) ملي باسكال .ثا.

8-التغير في الصفات الحسية في المشروبات الوظيفية أثناء مدة الخزن

أشارت النتائج المبينة في الجدول (8) تأثير بكتريا المعزز الحيوي والمحفز الحيوي والسبيرولينا ومدة الخزن على الصفات الحسية للمشروبات الوظيفية وتشمل اللون والطعم والرائحة والقوام والتقبل العام. فقد وجد من النتائج حصول انخفاض غير معنوي في صفة القوام واللون لجميع المشروبات الوظيفية أثناء الخزن مع ارتفاع صفة الرائحة في حين أرتفعت صفة الطعم والتقبل العام للمشروبات أثناء مدة الخزن البالغة 45 يوم. وحصل مشروب التفاحA1 على أعلى درجة تقييم لجميع الصفات الحسية يليه A4، فقد لوحظ حصول ارتفاع معنوي لصفة الطعم والرائحة والتقبل العام بالخزن إلى 17.47 و 18.48 و 73.52 في حين لوحظ حصول انخفاض غير معنوي لصفة اللون والقوام بالخزن إذ أنخفض متوسط القيم إلى 18.25 و 18.78 على التوالي بعد 45 يوم من الخزن.

وقد يعود سبب ارتفاع درجة تقييم مشروب التفاح إلى اللون المميز والجذاب للمستهلك والمذاق الحلو الذي يتميز به وأرتفاع محتواه من الكربوهيدرات التي تخمرها بكتريا المعزز الحيوي وتنتج الأحماض العضوية ومركبات النكهة

الموجودة طبيعيا والتي لها تأثير أيجابي على تعزيز الصفات الحسية للمشروب الوظيفي، وهذا ما ذكره Bujna *et al*. (2018) أن ارتفاع الصفات الحسية لمشروبات المشمش المخمر ببكتريا حامض اللاكتيك يعود إلى الاحماض العضوية وهي حامض الخليك واللاكتيك والستريك والماليك والسكسنيك والتي لها تأثير أيجابي على الصفات الحسية، كما وجد Nguyen *et al*.(2019)أن الأحماض العضوية ومركبات النكهة الناتجة بفعل بكتريا *Lactobacillus* و*Bifidobacterium* أعطت طعم جيد لعصير الأناناس المخمر. كما توصل(2018) White and Hekmat إلى ان انخفاض صفة المظهر نتيجة لظهور عكورة وترسب في قعر عصير البرتقال في حين ارتفعت صفة المظهر والتقبل العام لعصير التفاح.

كما تبين النتائج أن إضافة السبيرولينا قد تعطي اللون الأخضر للمشروب والطعم الواضح للطحلب، وهذا ما أشار اليه Wajda *et al*.(2020) إلى ان تركيز السبيرولينا في المشروبات يجب أن يكون 1% (وزن/حجم). كما ذكر Aljobair *et al*. (2021) أن أفضل نسبة للسبيرولينا هي 10%. في حين لاحظ Bahlol *et al*.(2018) ارتفاع صفة القوام واللون بعد إضافة السبيرولينا بنسبة 7.5% و10% لنكتار الكيوي، في حين انخفضت صفة النكهة والرائحة والتقبل العام.

كما وجد Hossain *et al*.(2020)أن الصفات الحسية في مشروبات عصير التفاح المدعمة بالبكتريا العلاجية كانت أفضل مقارنة مع عينة السيطرة،وقد يعود سبب ارتفاع الصفات الحسية في التراكيز المنخفضة من السبيرولينا إلى انخفاض المواد المغذية المضافة والتي تعزز الصفات الحسية وتطور المنتوج، في حين على العكس من ذلك في النسب المرتفعة من السبيرولينا (Aljobair *et al*.,2021).

نستنتج من الدراسة أن إضافة السبيرولينا إلى المشروبات الوظيفية عزز من نمو بكتريا المعزز الحيوي *Lactobacillus acidophilus* وحسن من القيمة التغذوية والصحية للمشروب الوظيفي وكان مشروب التفاح الوظيفي A6 المحتوي أفضل المشروبات مقارنة ببقية المشروبات المدروسة من الناحية التغذوية وA4 من الناحية الحسية، كما نوصي بأنتاج مشروبات وظيفية مدعمة بطحلب السبيرولينا بشكل تجاري كمشروبات صحية علاجية.

نوع المشروب الوظيفي		صفة اللون (25) أثناء مدة الخزن (يوم)				صفة الطعم (25) أثناء مدة الخزن (يوم)				صفة الرائحة (25) أثناء مدة الخزن (يوم)				صفة القوام (25) أثناء مدة الخزن (يوم)				صفة التقبل العام (100) أثناء مدة الخزن (يوم)			
		0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45
مشروب التفاح	A1	22	22	22	20.45	18	21	20	20.09	19	22	20	20.18	21	22	21	20	78	87	84	80.75
	A2	20	22	17	17.36	18	21	20	17.09	17	20	17	18.27	19	20	19	18.27	75	84	71	71
	A3	18	20	16	17.09	17	20	16	16.36	16	20	16	16.63	19	21	19	18.36	70	80	68	68.45
	A4	21	22	21	20.63	18	21	20	18.63	18	20	20	19.09	20	23	20	20.72	73	86	82	79.09
	A5	18	20	17	17	16	20	16	14.9	17	20	16	18.63	18	20	18	18	68	80	67	71.54
	A6	19	20	16	17	16	19	16	17.72	15	20	16	18.09	18	20	18	17.36	67	79	66	70.27
	متوسط المدة	19.67	20.67	18.17	18.25	17.17	20.33	18	17.47	17	20.33	17.50	18.48	19.167	21	19	18.785	71.83	82.67	73	73.52
LSDللمقارنة بين متوسطات المدة للمشروبات = 1.179						1.008 =				1.078 =				0.8500 =				3.359 =			
LSDلتداخل مشروب التفاح مع المدة الخزنية = 1.499						1.422 =				1.422 =				1.499 =				1.461 =			

جدول (8): التغير في الصفات الحسية في المشروبات الوظيفية أثناء مدة الخزن

1: المشروب فقط*Lactobacillus acidophilus* +، 2: المشروب + 0.5 % سيبرولينا + *Lactobacillus acidophilus*، 3: المشروب + 1% سيبرولينا *Lactobacillus acidophilus* +، 4: المشروب + 1% أنيولين + *Lactobacillus acidophilus*، 5: المشروب + 0.5 % سيبرولينا+ 1% أنيولين*Lactobacillus acidophilus* +، 6: المشروب + 1% سيبرولينا +1% أنيولين *Lactobacillus acidophil* +المصادر Refrence

المصادر العربية:

الجنابي، حسين عيسى والعبدالله، بيان ياسين (2020). دراسة بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لبعض المشروبات الوظيفية غير اللبنية المنتجة باستعمال المعززات الحيوية. *المؤتمر العلمي الثامن والدولي الثاني*، كلية الزراعة، جامعة تكريت،ص 311-326.

الخراز، عبد الفتاح محمد و العويب، سلسبيل محمد و إمراجع ابو رويلة، نبيلة وقلوص، ندى مختار و طويش و علي منصور (2019). تقدير بعض محتويات عينات من العصائر والمشروبات المحلية. مجلة العلوم، العدد التاسع، ص44-49.

عبود، سلام علي (2020). تصميم وتصنيع واختبار جهاز تصنيع عصير النومي بالأشعة تحت الحمراء العميقة ودراسة كفاءته. *رسالة ماجستير*، كلية الزراعة، جامعة البصرة، 132ص.

عيدان، مصطفى عدنان (2021). تحضير مشروب شرش وظيفي مدعم ببكتريا المعززات الحيوية ودراسة تأثيراته الفسيولوجية على بعض الاضطرابات الأيضية في الجرذان المختبرية.*أطروحة دكتوراه*، كلية الزراعة، جامعة البصرة، 187 ص.

المصادر الأجنبية:

Aljobair, M. O.; Albaridi, N. A.; Alkuraieef, A. N. and AlKehayez, N. M. (2021). Physicochemical properties, nutritional value, and sensory attributes of a nectar developed using date palm puree and *Spirulina*. *International Journal of Food Properties*, 24(1): 845-858.

AOAC: Association of Official Analytical Chemists (2002). Official methods of analysis. 15th edn., Washington, DC, USA.

AOAC: Association of Official Analytical Chemists (2005). Official methods of analysis of AOAC international. Horwitz, W. and Latimer, G. W. (eds.), *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists*, 18th ed.,USA.

Bahlol, H. E. M.; El-Desouky, A. I.; Sharoba, A. M. ; Morsy, O. M. and Abd El-Mawla, E. M. (2018). Utilization of sprulina algae to improve the nutritional value of kiwi fruits and cantaloupe nectar blends. *Food Biotechnology, 4th International Conference on Biotechnology Applications in Agriculture (ICBAA)*, Benha University, Moshtohor and Hurghada, 4-7 April, Egypt, pp: 315-324.

Batista, A.P.; Gouveia, L.; Bandarra, N.B.; Franco, J.M. and Raymundo, A. A. (2013). Comparison of microalgal biomass profiles as novel functional ingredient for food products. *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts* , 2(2):164-173.

Bendaali, Y.; Vaquero, C.; González, C. and Morata, A. (2022). Contribution of grape juice to develop new isotonic drinks with antioxidant capacity and interesting sensory properties. *Frontiers in Nutrition*, 9.

Bhowmik, D.; Dubey, J. and Mehra, S. (2009). Probiotic efficiency of *Spirulina platensis*-stimulating growth of lactic acid bacteria. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 4(2): 160-163.

BMS: Bhutan Mandatory Standard (2017). Bhutan Mandatory Standard For General Fruit Juices And Nectars,pp:1-11.

Bujna, E.; Farkas, N. A.; Tran, A. M.; Dam, M. S. and Nguyen, Q. D. (2018). Lactic acid fermentation of apricot juice by mono-and mixed cultures of probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *Food Science and Biotechnology*, 27: 547-554.

Catinean, A.; Neag, M. A.; Muntean, D. M.; Bocsan, I. C. and Buzoianu, A. D. (2018). An overview on the interplay between nutraceuticals and gut microbiota. *Peerj*, 6, E4465.

Çelekli, A.; Alslibi, Z. A. and Bozkurt, H. (2018). Use of *Spirulina* In: probiotic fermented milk products. *Proceedings of 120th The Ires International Conference*, Istanbul, Turkey, 20TH-21ST June,pp:12-16.

Çelekli, A.; Alslibi, Z. A. and Üseyin Bozkurt, H. (2019). Influence of incorporated *Spirulina platensis* on the growth of microflora and physicochemical properties of ayran as a functional food. *Algal Research*, 44, 101710.

Chaiklahan, R.; Chirasuwan, N. and Bunnag, B. (2012). Stability of phycocyanin extracted from *Spirulina* sp.: influence of temperature, pH and preservatives. *Process Biochemistry*, 47(4): 659-664.

Charrondiere, U. R.; Haytowitz, D. and Stadlmayr, B. (2012). FAO/ In Foods density database, version 2.0. In:*Food and agriculture organization of the United Nations technical workshop report*, Rome, Italy,21p.

Constenla, D.T.; Lozano, J.E. and Crapiste, G. H. (1989). Thermophysical properties of clarified apple juice as a function of concentration and temperature. *Journal of Food Science*, 54(3): 663-668.

Conway, P. L. (2001). Prebiotics and human health: the state-of-the-art and future perspectives. *Näringsforskning*, 45(1): 13–21.

De Jesus Raposo, M. F.; De Morais, A. M. M. B. and De Morais, R. M. S. C. (2016). Emergent sources of prebiotics: Seaweeds and microalgae. *Marine Drugs*, 14(2), 27.

Dimitrovski, D.; Velickova, E.; Langerholc, T. and Winkelhausen, E. (2015). Apple juice as a medium for fermentation by the probiotic *Lactobacillus plantarum* PCS26 strain. *Annals of Microbiology*, 65(4): 2161-2170.

Egan, H.; Kirk, R. S. and Sawyer, R.(1988). Pearson's chemical analysis of food. 8th edn., Longman Scientific and Technical, UK, 591p.

El-Batawy, O. I.; Mahdy, S. M. and Gohar, S. T. (2019). Development of functional fermented oat milk by using probiotic strains and whey protein., *International Journal of Dairy Science*. 14 (1): 21-28.

El-Beltagi, H. S.; Dhawi, F.; Ashoush, I. S. and Ramadan, K. (2020). Antioxidant, anti-cancer and ameliorative activities of *Spirulina platensis* and pomegranate juice against hepatic damage induced by CCl4. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(4): 1941-1956.

FAO: Food and Agriculture Organization (2001). Principles and practices of small and medium-scale fruit juice processing. *Agricultural Services Bulletin*, Rome, Italy, 146 p.

Faroqui, M.; Mirza, S. K.; Aarwal, B. R.; Faroqui, M. and Asema, U. K. (2009).Physical and nutritional analysis of apple juice samples. *Analytical Chemistry*. 8: 26-28.

Ferreira, I. C.; Aires, E. ; Barreira, J. C. and Estevinho, L. M. (2009). Antioxidant activity of portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry*, 114(4):1438-1443.

Gabr, G. A.; El-Sayed, S. M. and Hikal, M. S. (2020). Antioxidant activities of phycocyanin: A bioactive compound from *Spirulina platensis. Journal of Pharmacy Research*, 32: 73-85.

GenStat (2009). GenStat Release 12.1 Genstat Twelfth Edition. GenStat Library Release PL20.1 , VSN International Ltd. UK.

Gupta, S.; Gupta, C.; Garg, A. B. and Prakash, D. (2017). Prebiotic efficiency of blue green algae on probiotics microorganisms. *Journal of Microbiology and Experimentation*, 4 (4): 1-4.

Hadebe, N. (2016). Isolation and characterization of prebiotic oligosaccharides from algal extracts and their effect on gut microflora. *MSc. Thesis*, Durban University of Technology, Durban, South Africa , 95 p .

Hernandez-Mendoza, A.; Lopez-Hernandez, A.; Hill, C. G. and Garcia, H.S. (2009). Bioconversion of linoleic acid to conjugated linoleic acid by *Lactobacillus reuteri* under different growth conditions. Journal of Chemical Technology and Biotechnology: *International Research in Process, Environmental & Clean Technology*, 84(2): 180-185.

Hidayati, J.R.; Yudiati, E.; Pringgenies, D.; Oktaviyanti, D.T. and Kusuma, A. P. (2020). Comparative study on antioxidant activities, total phenolic compound and pigment contents of tropical *Spirulina platensis*, *Gracilaria arcuata* and *Ulva lactuca* extracted in different solvents polarity. In: *E3S Web of Conferences,* Édition Diffusion Presse Sciences (EDP Sciences*).* 147:03012 p.

Hossain, M. A.; Hoque, M. M.; Hossain, M. M.; Kabir, M. H.; Yasin, M. and Islam, M.A. (2020). Biochemical,microbiological and organoleptic properties of probiotic pineapple juice developed by lactic acid bacteria. *Journal of Scientific Research*. 12(4): 743-750.

Javaid, I.; Asghar, F.; Goraya, A. and Ali, S. (2017). Advanced roles of probiotic bacteria in fermented foods for their health related effects on humans. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research (EJPMR)*, 4(6): 130-137.

(KEBS): Kenya Bureau Of Standards (2016). Fruit drinks and squashes-specification, 2nd edn., . Kenya standards Dks 224:2016, Ics 67. 160. Nairobi, 24p.

Kumar, K. S.; Ganesan, K. and Rao, P. S. (2008). Antioxidant potential of solvent extracts of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty-An edible seaweed. *Food Chemistry*, 107(1): 289-295.

Mahmoud, S.H.; Mahmoud, R.M.; Ashoush, I. S. and Attia, M.Y. (2015). Immunomodulatory and antioxidant activity of Pomegranate juice incorporated with *Spirulina* and echinacea extracts sweetened by stevioside. Journal of Agricultural and Veterinary Sciences, 8(2):161-174.

Manjula, R.; Vijayavahini, R. and Lakshmi, T.S. (2021). Formulation and quality evaluation of *Spirulina* incorporated ready to serve (RTS) functional beverage. *International*

Journal of Multidisciplinary Research in Arts, Science and Commerce (IJMRASC). 1 (2): 29-35.

Michael, A.; Kyewalyanga, M.S.; Mtolera, M. S. and Lugomela, C.V. (2018). Antioxidants activity of the cyanobacterium, *Arthrospira (Spirulina) fusiformis* cultivated in a low-cost medium. *African Journal of Food Science*. 12(8): 188-195.

Mishra, S. K.; Shrivastav, A. and Mishra, S. (2008). Effect of preservatives for food grade C-PC from Spirulina platensis. *Process Biochemistry*, 43(4): 339-345.

Mishra, P.; Singh, V.P. and Prasad, S.M. (2014). Spirulina and its nutritional importance: A possible approach for development of functional food. *Biochem. Pharmacol*. 3: e171.

Mocanu, G.; Botez, E.; Nistor, O. V.; Andronoiu, D. G. and Vlăscean, G. (2013). Influence of *Spirulina platensis* biomass over some starter culture of lactic bacteria. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies.* 19(4): 474-479.

Momin, S. M. I. and Thakre, J. S. (2015). Analysis of viscosity of orange fruit juice to ensure the suitability of processing applications. *International Journal of Pure and Applied Bioscience (IJPAB)*. 3(6): 223-225.

Natt, S. K. and Katyal, P. (2022). Production and assessment of probiotic fruit juice from punjab pink variety of guava. *Journal of Scientific and Industrial Research.* 81(02), 125-130.

Nero, L. A.; Beloti, V.; Barros, M. D. A. F.; Ortolani, M. B. T.; Tamanini, R. and Franco, B.D.G.D.M. (2006). Comparison of petrifilm aerobic count plates and de man–rogosa–sharpe agar for enumeration of lactic acid bacteria. *Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology*, 14: 249-257.

Nguyen, B.T.; Bujna, E.; Fekete, N.; Tran, A.T.M.; Rezessy-Szabo, J. M.; Prasad, R. and Nguyen, Q.D. (2019) Probiotic beverage from pineapple juice fermented with *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *Frontiers in Nutrition*, 6: 54.

Nonga, H. E.; Simforian, E. A. and Ndabikunze, B. K. (2014). Assessment of physicochemical characteristics and hygienic practices along the value chain of raw fruit juice vended in Dar es Salaam City, Tanzania. *Tanzania Journal of Health Research*, 16(4):12 p.

Okoye, C. O. B. and Ibeto, C. N. (2009). Analysis of different brands of fruit juice with emphasis on their sugar and trace metal content. *Bio-Research*. 7(2): 493 - 495.

Parada, J. L.; de Caire, G. Z.; de Mule, M.C.Z. and de Cano, M.M.S. (1998). Lactic acid bacteria growth promoters from *Spirulina platensis*. *The International Journal of Food Microbiology*. 45: 222-228.

Pereira, A. L. F.; Almeida, F. D. L.; de Jesus, A. L. T.; da Costa, J. M. C. and Rodrigues, S. (2013). Storage stability and acceptance of probiotic beverage from cashew apple juice. *Food and Bioprocess Technology,* 6: 3155-3165.

Peshev, D. and Van Den Ende, W. (2014). Fructans: Prebiotics and immunomodulators. *Journal of Functional Foods*, 8: 348-357 .

Rai, V. R. and Bai, J. A. (Eds.) (2015). Beneficial microbes in fermented and functional foods. Book, 1st Edition, CRC Press, Boca Raton, FL: pp: 551-571.

Rubel, I. A.; Pérez, E. E.; Genovese, D. B. and Manrique, G. D. (2014). *In vitro* prebiotic activity of inulin-rich carbohydrates extracted from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers at different storage times by *Lactobacillus paracasei*. *Food Research International*, 62: 59-65.

Rydzak, L.; Kobus, Z.; Nadulski, R.; Wilczyński, K.; Pecyna, A.; Santoro, F.; Sagan, A.; Starek-Wójcicka, A. and Krzywicka, M. (2020). Analysis of selected physicochemical properties of commercial apple juices. *Processes*. 8(11): 1457.

Seyidoglu, N.; Inan, S. and Aydin, C. (2017). A prominent super food: *Spirulina platensis*. Superfood and functional food the development of super foods and their roles as medicine. (Chapter1), 22:1-27.

Shahidi, F. and Alasalvar, C. (2016). Handbook of functional beverages and human health. CRC Press, 1st Edition, 886 p.

Sousa, G. B.; Tamagnini, L. M.; González, R. D. and Budde, C.E. (2005). Evaluation of petrifilm™ method for enumerating aerobic bacteria in Crottin goat's cheese. *Revista Argentina de Microbiología*.37:214-216.

.Tran, A.M.; Nguyen, T. B.; Nguyen, V.D.; Bujna, E.; Dam, M.S. and Nguyen, Q. D. (2020). Changes in bitterness, antioxidant activity and total phenolic content of grapefruit juice fermented by *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *Acta Alimentaria*. 49(1):103-110.

Van Den Ende, W.; Peshev, D. and De Gara, L. (2011). Disease prevention by natural antioxidants and prebiotics acting as ROS scavengers in the gastrointestinal tract. *Trends in Food Science and Technology*.22: 689-697.

Vignesh, D.; Muthal, T.; Chidanand, D. V. and Sunil, C. K. (2019). Study of sensory and storage quality of the RTS juice enriched with papaya leaf flavonoid. *Indian Journal of Pure and Applied Bioscience.* 7(4): 422-430.

Wajda, L.; Rekas, Z.; Tarko, T.; Duda-Chodak, A.; Liebersbach, A. and Makarewicz, M.(2020). Dried biomass of *Arthrospira platensis* inhibits growth of *Aureobasidium pullulans* LW14 and some bacteria when added to unpasteurized apple juice. *Indian Journal of Microbiology*, 60(3): 346-352.

Walker, A. W. and Lawley, T. D. (2013). Therapeutic modulation of intestinal dysbiosis. *Pharma Cological Research*. 69:75-86.

White, J. and Hekmat, S. (2018). Development of probiotic fruit juices using *Lactobacillus rhamnosus* GR-1fortified with short chain and long chain inulin fiber. *Fermentation* . 4:27.