مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (١٠) العدد (٣) ٢٠٢٦

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (10) No. (3) 2026

دراسة مركبات النكهة غير المرغوبة في جبن حليب الصويا المخثّر بخميرة الحمص السّائلة وتحسين النكهة بإضافة مواد طبيعية (جوزة الطيب – الزعتر) ومركبات البروبيوتيك

ياسر قرحيلي*

مازن الضرف**

أحلام عيسى***

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٥/١٠/٢٢ . قُبِل للنشر في ٢٠٢٦/٢/٣)

□ ملخّص□

تم إجراء هذا البحث في مخابر كلية الهندسة التقنية – قسم هندسة تقانة الأغذية خلال العام ٢٠٢٤ حيث هدف البحث إلى دراسة تحسين بعض الخواص الحسية (النكهة) لجبن حليب الصويا من خلال استخدام مواد محسّنة كمركبات البروبيوتيك ومواد نكهة طبيعية كمطحون جوزة الطيب ومطحون الزعتر لتقليل مركبات النكهة غير المرغوبة المسؤولة عن الطعم المر البقولي المرافق لمنتجات الصويا.

تم تحضير خميرة الحمص السائلة (منقوع الحمص المتخمر) بطريقة مرجعية؛ كما تم إعداد حليب فول الصويا وصناعة الجبن منه بطريقة مرجعية حيث حُضرت عينات الجبن المختلفة وإضافة المواد المحسّنة لها، وتم تجهيزها لإجراء تحليل على جهاز الكروماتوغرافيا الغازية للكشف عن مركبات النكهة غير المرغوبة وتتمثل بشكل رئيسي بالكيتونات والألدهيدات والكحولات. حيث بينت النتائج لبعض المركبات العضوية المتطايرة المسؤولة عن الطعم البقولي غير المرغوب في جبن حليب الصويا أن لإضافة المواد المحسنة (جوزة طيب، زعتر، بروبيوتيك) تأثيراً جيداً في تقليل الطعم المر من خلال انخفاض تركيز بعض المواد المسؤولة عن هذا الطعم والنكهة غير المرغوبة، وأهم مركبين هما ((9,12–Octadecadienoic acid (Z,Z) و (Stearic acid) من خلال قراءة نتائج نسبة مساحة الذروة peak area ratio (PAR) حيث انخفضت قيمة (PAR) في عينة الشاهد لمركب 9,12–Octadecadienoic acid (linoleic, C18:2) من (٤٨,٤٤) إلى (٢٦,٦٢) في عينة جبن الزعتر و (١٠,٨٤) في عينة جبن جوزة الطيب و(٧,٤٢) في عينة جبن البروبيوتيك ،أما لمركب Stearic acid (C18:0) فقد انخفضت قيمة (PAR) من (٤,٤٠) في عينة الشاهد إلى (٢,٤٢) في عينة جبن البروبيوتيك و (٢,٨٠) في عينة جبن جوزة الطيب و(١,٦٠) في عينة جبن الزعتر.

الكلمات المفتاحية: جبن صويا، مركبات البروبيوتيك، خميرة الحمص، عوامل تخثر.

** استاذ مساعد في قسم هندسة تقانة الأغذية – كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس – الجمهورية العربية السورية.

*** مدرس في قسم علوم أغذية – كلية الهندسة الزراعية – جامعة اللاذقية – الجمهورية العربية السورية.

* طالبة دكتوراه في قسم هندسة تقانة الأغذية – كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس – الجمهورية العربية السورية.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (١٠) العدد (٣) ٢٠٢٦

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (10) No. (3) 2026

Study of undesirable flavor compounds in soy milk cheese curdled with liquid chickpea yeast and flavor improvement by adding natural substances (nutmeg - thyme) and probiotic compounds

Yasser Qarhili *
Mazen Al-Darf **
Ahlam Issa ***

(Received 22/10/2025 . Accepted 3/2/2026)

□ **ABSTRACT** □

This research was conducted in the laboratories of the College of Engineering Technology - Department of Food Technology Engineering during the year 2024. The aim of the research was to study the improvement of some sensory properties (flavor) of soy milk cheese by using enhancers such as probiotic compounds and natural flavorings such as ground nutmeg and ground thyme to reduce undesirable flavor compounds responsible for the bitter, legume-like taste associated with soy products.

Liquid chickpea yeast (fermented chickpea infusion) was prepared using a reference method; soy milk and cheese were also prepared using a reference method, where different cheese samples were prepared and improved materials were added to them, and they were prepared for analysis on the gas chromatography device to detect undesirable flavor compounds, mainly ketones, aldehydes, and alcohols. The results showed that adding additives (nutmeg, thyme, probiotics) had a good effect on reducing the bitter taste of some volatile organic compounds responsible for the undesirable legume flavor in soy milk cheese. This was achieved by decreasing the concentration of some of the substances responsible for this undesirable taste and flavor. The two most important compounds are (9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)) and (Stearic acid), as measured by the peak area ratio (PAR). The PAR value in the control sample for the compound (linoleic, C18:2) 9,12-Octadecadienoic acid decreased from (48.44) to (26.62) in the thyme cheese sample, (10.84) in the nutmeg cheese sample, and (7.42) in the probiotic cheese sample. As for the compound stearic acid (C18:0), the PAR value decreased from (4.40) in the control sample to (2.42). In the probiotic cheese sample, (2.80) in the nutmeg cheese sample and (1.60) in the thyme cheese sample.

Keywords: soy cheese, probiotic compounds, fermented yeast, clotting factors.

** Assistant prf. in .Department of Food Technology Engineering, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syrian Arab Republic.

** Docent in Department of Food Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Lattakia University, Syrian Arab Republic.

*** PhD student in Department of Food Technology Engineering, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syrian Arab Republic.

١- المقدمة والدراسة النظرية:

يُعدّ جبن الصويا التوفو (Tofu)، والجبن المعروف أيضاً باسم سوفو (sufu) أو فورو وهو خثارة فول الصويا المُخمّرة، منتجاً غذائياً مُخمّراً ذو أهمية تقليدية وشائعاً في الصين. حيث تُؤكّد الأدلة التاريخية أن صناعة "سوفو" بدأت منذ قرون في الصين وتختلف ظروف تصنيعه قليلاً باختلاف المناطق. وكان "سوفو" في الأصل ناتجاً عن التخمير الفطري، وكذلك نجح التخمير البكتيري . إذ يتشابه المظهر الخارجي والملمس والتركيب وتقنية المعالجة الأساسية لجبن الصويا إلى حد كبير مع جبن الحليب في جوانب عديدة. ولكن على عكس جبن الحليب، لم تُجرَ دراسات علمية شاملة على جبن الصويا تُؤدي إلى مزيد من التطوير والتحسين **[١]**.

الفرق الرئيسي بين حليب الحيوان وحليب الصويا هو أن حليب الصويا لا يحتوي على سكر اللاكتوز وبروتين الكازيئن، ولكن هذا لا يؤثر على صناعة الجبن لأن سكريات الصويا يمكن أن تؤدي دور اللاكتوز، بينما تؤدي بروتينات حليب الصويا الدور نفسه الذي تؤديه بروتينات الحليب. ويتميز فول الصويا، المادة الخام الأساسية لهذا المنتج، بقيم غذائية (مصدر للبروتينات والمعادن) وعلاجية هامة (مثل الوقاية من السرطان وتصلب الشرايين وهشاشة العظام)، كما أنه مفيد في الحصول على منتجات مثل حليب الصويا وجبن الصويا. ويُعد كلوريد الصوديوم والإيتانول المكونان الأساسيان لجبن الصويا اللذين يُضفيان النكهة التقليدية ويحميان المنتج من الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض . ومن الناحية الغذائية، يؤدي حليب فول الصويا والتوفو وجبن الصويا لدى الآسيويين الدور نفسه الذي يؤديه حليب الأبقار والجبن لدى الغربيين. ويُفضل الآسيويون خثارة فول الصويا المُخثرة بالملح، ليس فقط بسبب قوامها، بل أيضاً كمصدر مهم للكالسيوم والبروتين **[١]**.

لطالما كان جبن الصويا (التوفو) شائعاً في الصين ودول آسيوية أخرى كمصدر للبروتين النباتي عالي الجودة، ويكتسب شعبية متزايدة في جميع أنحاء العالم. حيث يتم إنتاج توفو كلوريد المغنيزيوم وتوفو جلوكونو دلتا –لاكتون (glucono delta–lactone) على نطاق واسع في شمال الصين، بينما يتم إنتاج توفو مصل الصويا المخمر (FSWT) بشكل أساسي في جنوب الصين. إذ يتم تحضير (FSWT) باستخدام بكتيريا حمض اللاكتيك كمواد مخثرة، لذلك لا يحتوي على أيونات المعادن الثقيلة وبالتالي فهو آمن للاستهلاك. بالإضافة إلى ذلك، فإن (FSWT) غني بالعديد من المركبات المعزّزة للصحة، مثل الأيزوفلافون، والسكاريدات، والبروتينات القابلة للذوبان، والعوامل الوظيفية الأخرى ؛ وبالتالي فإن (FSWT) شائع بين المستهلكين **[٢]**.

وتتمتع بكتيريا حمض اللاكتيك بتنوع بيولوجي واسع وتنتج مركبات عضوية متطايرة (VOCs) من خلال العمليات. وهذه المركبات العضوية المتطايرة هي مواد مهمة تساهم في خصائص الرائحة للعديد من الأطعمة المخمّرة أثناء الإنتاج والنضج **[٢]**.

يمكن أن تنمو بكتيريا *Bifidobacterium* في حليب الصويا وتستهلك السكريات قليلة التعدد غير القابلة للهضم، مما يقلل أو يزيل هذه المركبات المضادة للتغذية، مما ينتج عنه منتج صحي أكثر للمستهلكين. حيث يجمع حليب الصويا المُخمّر المُعزّز بالبروبيوتيك بين الخصائص المفيدة لفول الصويا والفوائد الصحية للكائنات الحية الدقيقة المُعزّزة للبروبيوتيك. ومع ذلك، عادةً ما يكون معدل تحمض مزارع البروبيوتيك النقية منخفضاً، وغالباً ما تُنتج نكهات غير مرغوب فيها في المنتج النهائي. ويكمن حل هذه المشكلة في خلط مزارع البروبيوتيك مع مزارع البكتريا اللبنية لتقليل وقت التخمير وتحسين الخصائص الحسية للمنتج،، فإن إضافة

البريبايوتكس، بما في ذلك الفركتو أوليجوساكاريد (FOS) ، والإينولين، والمانيتول، والمالتوديكسترين، والبكتين إلى حليب الصويا يزيد من بقاء سلالات البروبيوتيك. وقد يُعزى ذلك إلى تحسن نشاط ألفا غالاكتوزيداز في البروبيوتيك، مما يؤدي إلى زيادة التحلل المائي واستخدام أوليجوساكاريد الصويا مثل الستاكيوز والرافينوز، بالإضافة إلى السكريات الأحادية مثل الفركتوز والجلوكوز.

هذا ولم تؤثر إضافة البريبايوتكس مثل الفركتو أوليجوساكاريد (FOS)، أوالإينولين، أو توليفاتهما، إلى حليب الصويا على مدة التخمير إذ تراوحت المدة اللازمة للوصول إلى الرقم الهيدروجيني ٤,٨ بين ٣,١٣ و٣,٣٣ ساعة، وانخفض الرقم الهيدروجيني بمعدل متوسط قدره ٠,٣٩ ± ٠,٠١ وحدة (U) في الساعة. وقد أدى التخمير إلى انخفاض محتوى سكر الستاكيوز (stachyose) والرافينوز (raffinose). وبالتالي فإن حليب الصويا المُخمّر من فول الصويا النباتي يُعدّ منتجاً واعداً للغاية كناقلٍ للبكتيريا الحيوية، بالإضافة إلى كونه منتجاً من فول الصويا يحتوي على نسبة أقل من السكريات قليلة التعدد غير القابلة للهضم. إذ إن بكتيريا *Bifidobacterium* قللت من سكر الرافينوز بنسبة ٣٩٪ والستاكيوز بنسبة ٦٥٪ بعد ٤٨ ساعة من تخمير حليب الصويا. مما يُظهر خاصية تكنولوجية مهمة للأغراض الصناعية **[٣]**.

يُسهم اعتماد بدائل الصويا في الأغذية المحلية والصناعة الغذائية في بناء أنظمة غذائية مستدامة، ومعالجة التفضيلات الغذائية. ومن الضروري إجراء المزيد من البحوث لاستكشاف استراتيجيات تحسين إنتاج جبن الصويا، بما في ذلك اختيار المكونات، وتقنيات المعالجة، وطرق التعبئة والتغليف، لتحسين جودته الغذائية، وخصائصه الحسية ومدة صلاحيته **[4]**.

ويُعد جبن الصويا وسطاً يحتوي على جميع الشروط المناسبة لنمو البكتريا اللبنية *lactic acid bacteria* (*LAB*) وغيرها من الكائنات الدقيقة المستخدمة لتحسين النكهة لإنتاج نكهة جبن جيدة وتقليل النكهة المرة. فمن المهم تطوير نظام معالجة مناسب قادر على توفير الخصائص التركيبية والوظيفية والحسية المطلوبة لأجبان الصويا لتشبه منتجات الألبان الحيوانية إلى حد كبير.

وقد وُجد أن معظم أنواع جبن السوفو (sufu) تحتوي على مستويات كبيرة من كلوريد الصوديوم المضاد للميكروبات (١٥٪-٨) الذي يمكن أن يمنع بقاء أو نمو مسببات الأمراض. لذلك فإن إضافة بكتيريا حمض اللاكتيك، وخاصة البروبيوتيك، كان من المتوقع أن يضمن بدء عملية التخمير بسرعة وانخفاض درجة الحموضة، لذلك تم استخدام أنواع جبن الصويا بروبيوتيك والعمل على تطويرها لتصبح بجودة غذائية أفضل باستخدام سلالات (*Lactobacillus spp.* و*Bifidobacterium spp.*). وهذه التركيبات الجديدة من السلالات البكتيرية سوف تساعد في تحسين النكهة لجبن الصويا **[5]**.

حيث تشير الدراسات والمراجع إلى أن السلالات التي تعزز النكهة ولديها القدرة على تحسين نكهة جبن الصويا مثل:

Lactococcus lactis ssp. L. lactis ssp. Lactis biovar. Diacetylactis, ، Streptococcus lactis ssp. maltigenes ، Lactobacillus casei ،Lactobacillus helveticus و Lactococcus lactis ssp. cremoris .

وبينت دراسة قام بها الباحثون (Renda Kankanamge *et al.*2018) أنه يمكن أن تتضاءل جودة خصائص أجبان الصويا وخاصة الطعم والبنية. حيث تتأثر جودته بأصناف فول الصويا، درجة حرارة

التخزين، ظروف معالجة حليب الصويا كسرعة التحريك، ودرجة حرارة التخثر، نوع المخثر، ونسبة تركيز المخثر.

حاول الباحثون تطوير نكهة جبن الصويا لتقليل نكهة الفول الكريهة عن طريق إضافة التوابل والمكونات الأخرى، أو مزجها مع أنواع حليب أخرى. تساعد في التقليل من إنزيمات الأكسجين الشحمية الموجودة في حليب الصويا مما يخفض من النتانة وتحسين الرائحة. ويتم تحسين اللون باستخدام الميكروبات أو المكونات الغذائية الملونة مثل الجزر. وباستخدام سلالات بكتريا اللاكتوباسيللوس اللبنية (*Lactobacillus spp.* microbes *Bifidobacterium spp.*)، وقد تم تطوير أنواع جبن صويا البروبيوتيك مع تحسين الجودة التغذوية **[6]**.

تُعرّف بدائل الألبان النباتية بنكهاتها غير المرغوبة، والتي غالباً ما تُوصف بأنها "خضراء" أونكهة "فاصولياء"، وبالتالي تُعدّ مصدراً مهماً للمركبات غير المرغوب فيها؛ حيث تنشأ النكهات غير المرغوبة المتطايرة التي تُضفي نكهة "خضراء" أساساً عن تحلل الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة من خلال تفاعلات الأكسدة، سواءً أكانت إنزيمية أم غير إنزيمية. وتبدأ هذه النكهات إنزيمياً بشكل رئيسي بفعل إنزيمات ليبوأكسجيناز(LOX) التي تُحلل الأحماض الدهنية النباتية، مثل أحماض اللينوليك، وتحولها إلى مركبات وسيطة من هيدروبيروكسيد، مُنتجةً ألدهيدات الأحماض الدهنية مثل الهيكسانال، البتانال والنونانال. إذ تُحوَّل هذه إلى مركباتها الكحولية والكيتونية عبر تفاعلات إنزيمية وغير إنزيمية، على التوالي. وتتميز مواد النكهة غير المتطايرة بإصدار نكهات قابضة ومرّة. ومن الأمثلة على ذلك المركبات الفينولية، مثل أحماض الفيروليك والكوماريك والغاليك، والسابونينات، والقلويدات، والببتيدات، والأحماض الأمينية. كما ثبت أن تركيبات محددة من جزيئات النكهات غير المتطايرة يمكن أن تعزز (أو تقلل) من إدراكها من خلال تأثيرات تآزرية (أو مضادة) مع مواد متطايرة أخرى **[٧]**.

تقسم النكهة الناتجة عن التخمير إلى ثلاث فئات من حيث المنشأ: مركبات نكهة مشتقة من البروتين والدهون والكربوهيدرات. ويرتبط استقلاب الكربوهيدرات بشكل شبه حصري بالاستقلاب الأساسي، مما ينتج عنه مركبات مثل اللاكتات والأسيتات والإيتانول وثاني أكسيد الكربون، وثنائي الأسيتيل والأسيتوين والبيوتانيديول المرتبط بمنتجات الألبان، والتي ترتبط عادةً بمنتجات الألبان المخمرة. من خلال هدم الدهون (التحلل الدهني)، يُنتج التحلل الأولي للدهون الثلاثية أحماضاً دهنية حرة (FFA)، وهي تُعتبرالمواد الأولية لمركبات النكهة مثل اللاكتونات والإسترات والكحولات والميثيل كيتون. ويُضفي العديد منها نكهات فاكهية وعشبية، ونادراً ما يرتبط بتخمير بكتريا (*LAB*). وعلى الرغم من وجود دراسات تُظهر الإطلاق الكبير للأحماض الدهنية الحرة من بكتيريا اللبن الزبادي؛ إلا أنه يرتبط تحلل الدهون غالباً ببكتيريا *Propionibacterium* **[٧]**.

قد تُصبح أطعمة الصويا المُختارة بعناية من سلالات البروبيوتيك غذاءاً وظيفياً فريداً، إذ إنها لا تُحسّن الخصائص الحسية فحسب، بل تُعطي المستهلك أيضاً خصائص مفيدة، مثل تحفيز جهازه المناعي الطبيعي وإطالة مدة الصلاحية للمنتج. ويُعدّ تناول بكتيريا البروبيوتيك عبر المنتجات الغذائية طريقة مثالية لاستعادة توازن البكتيريا المعوية. إذ تُستخدم بكتيريا حمض اللاكتيك البروبيوتيكية على نطاق واسع في منتجات الألبان واللحوم. وأدى استخدام مزرعة البروبيوتيك (*Lactobacillus caseissp. Casei*) لتخمير حليب الصويا

مع مكونات أخرى إلى كتلة متخثرة يمكن معالجتها لاحقاً وتحويلها إلى مُنتج يشبه الجبن القابل للدهن، مع وجود عدد كافٍ من الكائنات الحية الدقيقة البروبيوتيكية (10^9 cfu/g) **[٨]**.

وتشير الدلائل المتزايدة إلى أن التخمير بالبروبيوتيك يعزز الجودة الغذائية عن طريق تحسين عملية الهضم، والقضاء على العوامل المضادة للتغذية وإنتاج عوامل العناصر الغذائية مثل الفيتامينات. ومن بين العوامل المضادة للتغذية الموجودة في الحليب النباتي مثل أحماض الفيتيك، الفيتات، مثبطات التربسين، الليكتينات والسابونين، ومن الواضح أن التخمر يساعد على خفض مستويات هذه العناصر المضادة للتغذية مما يؤدي إلى تعزيز توافر المعادن وهضم المواد الغذائية. حيث يساهم التحلل المائي الميكروبي في تحويل الأشكال غير القابلة للذوبان من المركبات الفينولية إلى أشكال أكثر قابلية للامتصاص.على سبيل المثال يمكن للبروبيوتيك إنتاج β– glucosidases بشكل فعال يقوم بتحويل الجلوكوزيدات، وهو شكل ضعيف الامتصاص من الأيزوفلافون الموجود بكثرة في حليب الصويا غير المخمر إلى أجليكونات قابلة للامتصاص بسهولة **[٩]**.

وهناك دراسة قام بها الباحثون (Naveed Ahmad *et al.*2008) بينت أن السلالة البكتيرية *Cremoris* تعزز النكهة وبالتالي تلعب دوراً هاماً في تحسين نكهة جبن الصويا. كما بينت أن نكهة الجبن عبارة عن تأثير مشترك لعدد كبير من المركبات الكيميائية التي يتم إنتاجها أثناء إنضاج الخثارة. إذ حددت الدراسة قائمة من مركبات النكهة المتطايرة، حيث تم التخثير بإدخال بادئ من سلالات جديدة مثل:

L. lactis ssp. lactis biovar. diacetylactis, Lactobacillus helveticus, Lactobacillus casei, Streptococcus lactis var. maltigenes and Lactococcus lactis ssp. Cremoris.

وتحتوي خثارة الصويا على أحماض أمينية مفيدة مثل: (التريبتوفان، ليوسين، الميثيونين، الفالين، الفينيل ألانين، الليوسين، الأسباراجين، التايروسين) اللازمة لمزارع البكتريا اللبنية *LAB* لإنتاج نكهة جبن جيدة وتقليل النكهة المرة. وأهم هذه المركبات (الأحماض الأمينية الحرة، الأحماض الدسمة الحرة، الألدهيدات، الأسترات، الكيتونات، الكحولات، المركبات الكبريتية) **[١]**.

درس الباحثون (*Seonmi Lee et al.*2014) المركبات المتطايرة كمؤشرات على جودة التوفو (خثارة فول الصويا) أثناء التخزين، إذ تم استخراج المركبات المتطايرة في التوفو التجاري المعبأ وغير المعبأ بواسطة ألياف الاستخلاص الدقيق في الطور الصلب وتحليلها باستخدام الكروماتوغرافيا الغازية – مطياف الكتلة. حيث تم تخزين عينات التوفو عند ٤ مْ لمدة ١٥ يوماً لقياس النضارة والتغيرات في الجودة أثناء التخزين. إذ يساهم الهيكسانال في إضفاء رائحة كريهة تشبه العشب الأخضر على التوفو وحليب الصويا. ، كما أن محتوى الهيكسانال في التوفو غير المخمر أعلى من ذلك الموجود في التوفو المخمر. وتشير هذه الظاهرة إلى أن التخمير قد يزيل نكهة العشب الأخضر غير المرغوب فيها من منتجات فول الصويا، وتشير إلى أن المركبات المتطايرة في التوفو يمكن أن تكون مادة كيميائية مؤشرة دائمة لتحديد جودة التوفو أثناء التخزين.

حيث تم التعرف على ٤٢ مركباً متطايراً في التوفو المعبأ أثناء التخزين لمدة ١٥ يوماً عند ٤ درجات مئوية، بما في ذلك ٦ أحماض (حمض البنزن أسيتيك، وحمض الأسيتيك، وحمض البوتانويك، وحمض البروبيونيك، وحمض الهكسانويك، وحمض البنزويك)، و١٧ كحولًا، و٩ ألدهيدات، وألكان واحد، ومركب عطري واحد، و٢ فوران، و٣ كيتونات، و٣ مركبات متنوعة. في حين تم التعرف على خمسة وثلاثين مركباً متطايراً

في التوفو غير المعبأ، بما في ذلك ٥ أحماض، و١٦ كحولًا، و٦ ألدهيدات، وألكان واحد، ومركب عطري واحد، و٢ فوران، و٢ كيتونات، و٢ مركبين متنوعين أثناء التخزين لمدة ١٥ يوماً عند ٤ مْ **[١٠]**.

أشارالباحثون (Hatzikamari *et al.*2007) إلى أهمية البقوليات الغذائية التي تم الاعتراف بها جيداً باعتبارها واحدة من أهم مصادر البروتينات والسعرات الحرارية والمعادن والفيتامينات. ومن بينها العدس والحمص بشكل كبير إذ يساهم في النظام الغذائي في الشرق الأوسط. وتشمل طرق المعالجة والتحضير التقليدية للأطعمة القائمة على الحمص (النقع، والتقشير، والطحن، والإنبات، والتخمير، والغليان، والهرس، والتحميص، والقلي، والطهي بالبخار. وذكرت الدراسة أنه في بعض بلدان البحر الأبيض المتوسط، يتم استخدام الحمص المخمر كعامل تخمير لصنع الخبز والبسكويت التقليدي. من خلال إضافة الحمص المخمر إلى الدقيق، وبذلك يتم تعزيز الجودة الغذائية ومدة صلاحية هذه المنتجات **[١١]**.

وأظهرت الدراسة لتخمير الحمص في الماء أن التغيرات في أنشطة الإنزيمات وفي التركيب الكيميائي للسائل المخمّر ناجمة بشكل أساسي عن مجموعات العصيات (*Bacillus subtilis*) والكلوستريديا الأصلية حتى ٨–١٠ ساعات من التخمير بهذه السلالات. فقد كان نمو المطثيات بطيئاً في البداية وظل بطيئاً حتى ٨ ساعات. ومن هذا الوقت فصاعداً، تم تحصين سائل التخمير بالأحماض الأمينية والسكريات من نشاط العصيات مما قد يؤدي إلى تسريع نمو المطثيات. حيث زادت العصيات من حمولتها بشكل ملحوظ أثناء التخمير لمدة ٨–١٢ ساعة ثم ظلت ثابتة. ولاحقاً تطورت المطثيات إلى مستويات ^{٧}١٠ وحدة تشكيل مستعمرة/مل عند ١٨ ساعة، عندما انخفض الرقم الهيدروجيني لسائل التخمير إلى ٥,٤ تقريباً. وأشارت الدراسات التي أُجريت على تخمر الحمص الطبيعي لمدة أربعة أيام في درجة ١٥ مْ بأن التخمر لبنياً بشكل رئيسي وأنه خالي من وجود الأحياء الممرضة بالإضافة إلى زيادة القيمة الغذائية النسبية للحمص من خلال زيادة الأحماض الأمينية الأساسية وزيادة بعض الفيتامينات.

وأكدت الدراسة أن ظروف تصنيع البادئ الأساسي (استخدام الماء المغلي لنقع بذور الحمص المطحونة) سمحت فقط لمكونات الأبواغ بالبقاء والنمو في السائل أثناء تجارب التخمير باستخدام بذور الحمص من نفس المنطقة. وتم الحصول على نتائج مماثلة للتخمير باستخدام بذور الحمص من أربعة مناطق أخرى ، فإن الكائنات الحية الدقيقة الرئيسية المعنية هي :

(*Leuconostoc* و*Lactobacillus* و *Streptococcus* و *Pediococcus* و *Bacillus* والخميرة) وهناك أيضاً تقارير تشير إلى أن *Lactobacillus spp.* و/ أو نوع من بكتيريا *Pediococcus* *Clostridium spp* المنتجة للغاز كانت هي السائدة أثناء تخمير الحمص في الماء **[١١]**.

قام الباحثون (Nazlı Şahin. *et al.*2024) بدراسة تأثير درجة حرارة وزمن التخمير على مواصفات خميرة الحمص (CY) لتحديد الظروف المُثلى لإنتاجها مع أقصى ارتفاع للرغوة، وعدد البكتريا اللبنية (*LAB*) ، والحد الأدنى من الرقم الهيدروجيني. إذ تشير الدراسات حول تحضير خميرة الحمص (CY) إلى وجود تباين كبير في معايير التخمير مثل حجم الحمص المتشقق، ونسبة الماء إلى الحمص، ومدة التخمير و درجة الحرارة، وزمن التخمير. لذلك، هدفت هذه الدراسة إلى تحسين ظروف التخمير لتحضير (CY).

وبينت نتائج الدراسة أن إنتاج (CY) يتأثر بشكل رئيسي بدرجة حرارة التخمير ومدته، مع مساهمة طفيفة لحجم جزيئات الحمص ونسبة الماء إلى الحمص. وأفضل درجة حرارة ومدة لإنتاج CY، هي ٣٨ مْ ،

وأفضل مدة هي ٩ ساعات. وعند الإنتاج في ظل هذه الظروف، يكون الرقم الهيدروجيني لخميرة الحمص (CY) 4.31، وعدد (*LAB*) يبلغ ٩,٠٨ لوغاريتم (CFUs) /غرام. وتؤكد هذه الدراسة على إمكانية تحسين ظروف التخمير لإنتاج CY بجودة وقيمة غذائية ثابتتين. ويمكن أن يؤدي هذا التحسين إلى تحسين استخدام CY في صناعة الأغذية وتحسين النتائج الصحية للمستهلك **[١٢]**.

١-١ – أهمية وهدف البحث:

إن أجبان الصويا المتوفرة في الأسواق هي منتجات تقليدية مصنوعة أساساً من فول الصويا، وتُستهلك بشكل شائع لفوائدها الصحية والتغذوية. ولقد تم استخدامها بشكل متزايد في العديد من أطباق الطهي، لتحل محل منتجات الألبان بسبب التكلفة المنخفضة نسبياً والتوافر البيولوجي العالي للبروتين. ومع ذلك، يظل تقديمها للمستهلك بجودة حسية وتغذوية عالية يمثل تحدياً كبيراً لمنتجيها.

وتكمن أهمية البحث في:

- إمكانية إنتاج (تصنيع) الجبن النباتي بالاعتماد على مكونات العائلة النباتية (حمص – صويا..) وعدم الاعتماد بشكل كلي على المجموعة الحيوانية في إنتاج هذه الأجبان (مثل البادئ اللبني، المنفحة) والمخثرات الكيميائية المختلفة. وبذلك تنتج العائلة النباتية جبنها بنفسها.
- تسليط الضوء على أهمية إضافة مركبات النكهة الطبيعية (جوزة طيب،زعتر) ومركبات البروبيوتيك ذات القيمة الغذائية العالية لتحسين نكهة جبن الصويا .
- استخدام خميرة الحمص كمخثر(منفحة نباتية) لإنتاج خثرة الجبن وكعامل إنضاج للحصول على جبن الصويا ذي مواصفات حسية جيدة وقيمة غذائية عالية.

والهدف من هذه الدراسة هو:

الكشف عن المكونات النشطة كيميائياً في جبن الصويا المسؤولة عن الطعم المر البقولي باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الغازية، واقتراح بعض التغييرات في عملية التصنيع لتحسين النكهة بإضافة نكهات طبيعية (جوزة طيب ،زعتر) ومركبات البروبيوتيك وبالتالي رفع القيمة الغذائية لهذا النوع من الجبن وتحسين خواصه الحسية وخاصة النكهة. وتقديم نموذج علمي لاستخدام خميرة الحمص السائلة كبديل نباتي عن المنفحة الحيوانية أو الكيميائية في صناعة الأجبان النباتية.

٢- مواد وطرائق البحث:

أُستخدمت في هذه الدراسة مواد محسنة كمركبات البروبيوتيك ومواد نكهة طبيعية كمطحون جوزة الطيب والزعتر لتحسين أو إخفاء المواد المسؤولة عن الطعم المر(البقولي) لجبن الصويا. حيث حُضّرت عينات جبن (بروبيوتيك probiotic وجبن منكه بمطحون جوزة الطيب وجبن منكه بمطحون الزعتر) كما يلي:

- الحصول على فول الصويا من السوق المحلية لمدينة طرطوس في الجمهورية العربية السورية وتنقيته من الشوائب وغسله.
- تحضير حليب فول الصويا في المنزل وفق الطريقة المرجعية التي اعتمدها الباحثون (OMOGBAI *et.al.*,2005).

➢ إضافة المواد المحسنة سواء نكهات طبيعية (جوزة طيب، زعتر) أوبروبيوتيك (البروبيوتيك المُستخدم في هذا البحث هو مركب تجاري (Ultrabiotique) ويُعتبر متمم غذائي إذ تحتوي كل كبسولتين منه على ($8*10^9$ UFC) من السلالات البكتيرية *Lactobacilles* و *Bifidobacteries* وأهمها:

(*Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium lactis, Lactobacillus Plantarum, Bifidobacterium brev*)

حيث تمت إضافة المواد المحسنة حسب النسب المستخدمة قبل إضافة المادة المخثرة المستخدمة في هذا البحث وهي خميرة الحمص السائلة للحصول على خثرة الجبن المطلوبة. في النهاية يكون لدينا أربعة معاملات، الأولى من جبن حليب الصويا دون إضافة مواد محسنة وأُستخدمت كعينة ضابطة (شاهد) والمعاملة الثانية جبن الصويا مضافاً إليها (٠,١%) مركبات بروبيوتيك ومعاملة ثالثة من جبن الصويا مضافاً إليها (١%) جوزة طيب ومعاملة رابعة من جبن الصويا مضافاً إليها (١%) زعتر.

➢ إجراء تحليل لتحديد نسبة المركبات المسؤولة عن الطعم المر غير المرغوب وهي بشكل رئيسي مركبات كيتونية وألدهيدية وكحوليات وذلك باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الغازية.

٢- ١- تحضيرحليب فول الصويا وفق طريقة (omogbai. *et al*,2005) :

تُغمر(١١٢) غرام من حبوب فول الصويا لمدة (١٦-١٤) ساعة في (١) لتر من ماء الصنبور في درجة حرارة الغرفة (٢٨) مْ ضمن وعاء سعة (٢) لتر. ثم تُغسل حبوب فول الصويا في المياه وبعد ذلك تُنقع في الماء المغلي (٩٨) مْ لمدة (٢٠) دقيقة. ثم تم وضعها في الخلاط مع (١) لتر من الماء المغلي في (٨٧ - ٩٠) مْ ثم الخلط لمدة ٣ دقائق. حيث استخدم الماء المغلي لتعطيل إنزيم الليباز أثناء المزج والناتج عن الخلط تم تصفيته من خلال طبقتين من القماش، وبعدها تم الحصول على حليب صويا خام (٢٠٠- ٢٦٥ مل) من (١١٢) غرام من فول الصويا في (١) لتر من الماء. ثم يوضع في وعاء مناسب ويتم التمديد بإضافة (٢٥٠) مل ماء. ثم التسخين على الغاز لمدة ١٠ دقائق مع التحريك المستمر حتى الفوران، ثمُ يترك الحليب الناتج فترة استراحة لمدة ٣٠ دقيقة، لتصبح درجة حرارته حوالي ٤٠ مْ **[١٣]**.

٢-٢- تحضير خميرة الحمص السائلة (منقوع الحمص المتخمّر):

نوزن ٧٥ غرام من الحمص ونقوم بتكسيرها لثواني باستخدام خلاط منزلي نوع مولينيكس من أجل تسهيل الحصول على المواد الكربوهيدراتية وبالتالي تسريع التخمر ثم تُوضع في وعاء زجاجي معقم ويُضاف إليها ملح الطعام بمقدار ٠,٥ غرام لتثبيط نمو الأحياء الدقيقة غير المرغوبة وتأمين الوسط الملائم لنمو(*Bacilli* و*Clostridia*)، ثم يُضاف ٢٢٥ مل ماء مغلي ومبرّد إلى درجة حرارة (٩٠ – ٩٥) مْ وذلك للقضاء على البكتريا غير المرغوبة في الحمص، ثم نقوم بإزالة قشور الحمص الطافية على سطح الماء كي لا تعيق تشكل الرغوة. ثم نقوم بوضع الوعاء الزجاجي ضمن جهاز التحضين والمثبت على درجة حرارة ٣٧ مْ ونتركه لمدة ٢٤ ساعة دون إغلاق الوعاء الزجاجي حتى لا ينفجر بسبب كمية الغازات المتولدة (CO_2 و NH_3) **[١٤]**.

نغلق باب الصندوق الخشبي لجهاز التحضين بعد معايرة حساس الحرارة على الدرجة ٣٧ مْ.

وعندما يُلاحظ خروج رغوة متماسكة من الوعاء الزجاجي لونها فضي لامع شبيه بالأبيض رائحتها كريهة وطعمها حلو كما في الشكل (١ و٢ و٣). فإنه يتم فتح باب الصندوق الخشبي وبالنسبة للخميرة الناتجة تُؤخذ وتُحفظ في كيس من البولي إيتيلين في البراد على درجة حرارة ٨ مْ لحين الاستخدام. حيث تُحفظ كما

هي (ماء وحمص ورغوة) ضمن كيس شفاف بشرط ألا يصلها الهواء، لأن فترة صلاحية خميرة الحمص يومان في البراد، وبعد الحفظ يجب تنشيطها بماء دافئ درجة حرارته ٢٠ مْ.

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الشكل(١) و(٢) و(٣) : مراحل تشكل الرغوة لمنقوع الحمص في جهاز التحضين

٢-٣- تحضير الجبن (خثارة) حليب الصويا:

يُترك حليب الصويا لفترة استراحة حتى الوصول إلى درجة حرارة 40 مْ ثم تُضاف المادة المُخثرة المستخدمة في هذا البحث وهي (خميرة الحمص السائلة) بنسبة ٣٠% (٣٠مل خميرة حمص لكل ١٠٠ مل حليب صويا) وتُضاف مواد النكهة المحسّنة (مطحون جوزة الطيب،مطحون الزعتر) كلاً منهما بنسبة ١% عندما تكون درجة حرارة الحليب (٤٠) مْ. وتُضاف مركبات البروبيوتيك بنسبة ٠,١% عندما تكون درجة حرارة حليب الصويا (٣٧) مْ وهي الحرارة المناسبة لنمو ونشاط السلالات البكتيرية الداخلة في تركيب مركبات البروبيوتيك. ويُضاف الملح بنسبة ٥% لكل العينات ويتم بعدها التحضين في مكان دافئ لمدة تتراوح من ١- ٣ ساعات حسب المادة المستخدمة للتخثير ثم يتم نقل الخثارة الناتجة إلى قالب محلي الصنع مبطن بقطعة قماش، وضغطه لمدة ٣ ساعات عن طريق وضع وزن ٨ كغ. وتم وزن عينات جبن الصويا وتخزين الجبن المنتج في درجة حرارة ١٠ ± ٢ مْ لتكون جاهزة للتحليل والشكل (٤,5) يُظهر جبن الصويا الناتج عن تخثر حليب الصويا بإضافة خميرة الحمص بنسبة (30 مل خميرة لكل ١٠٠ مل حليب صويا) عند درجة حرارة ٤٠ مْ

الشكل (٤): خثرة الجبن الناتجة عن إضافة خميرة الحمص لحليب الصويا

الشكل (٥): الجبن الناتج بعد عملية التصفية والضغط لإزالة الماء.

٣- تحليل مركبات النكهة غير المرغوبة في عينات جبن حليب الصويا على جهاز الكروماتوغرافيا الغازية:

دُرست المركبات المتطايرة كمؤشرات على جودة التوفو (خثارة فول الصويا)، إذ تم استخراج المركبات المتطايرة في التوفو باستخدام الكروماتوغرافيا الغازية MS – GC مطياف الكتلة.

ويتضمن ال GC التجزئة في انحاللية الغازات بين غاز الطور المتحرك الخامل الداخل والطور الصلب الساكن السائل. وأهم أجزاء مكونات الكروماتوغرافيا الغازية هي: الغازات ، حجرة الحقن ، عمود الفصل، الكاشف، ونظام كسب البيانات وهو مؤلف من مقياس إلكتروني/ وجهاز مكاملة الغازات. ويعتبر الجزء الهام في الكروماتوغرافيا الغازية هو الغاز الحامل؛ وعادة يكون غاز الهيليوم (He) هو الغاز المستخدم في أغلب الأجهزة.

حُضّرت عينات جبن حليب الصويا وتم تخزينها عند ٤ درجات مئوية.لتكون جاهزة للتحليل باستخدام الكروماتوغرافيا الغازية (MS– GC)؛ حيث مصدر الحقن يدوي ومطياف الكتلة مُفعّل، والسخان يعمل عند ٢٤٠ درجة مئوية والضغط عند ٨,٢٣١٧ (psi) و معدل التدفق الكلي ٦ مل/ دقيقة ومعدل تدفق تطهير الحاجز ٣ مل/ دقيقة ومعدل تدفق الغاز يعمل عند ٢٠ مل/ دقيقة بعد دقيقتين ونسبة التقسيم ٢:١ والتدفق المقسم ٢ مل/ دقيقة. وقت التشغيل ٢٤,٨٣٣ دقيقة :

Back SS Inlet He	
Mode	Split
Heater	On 240 °C
Pressure	On 8.2317 psi
Total Flow	On 6 mL/min
Septum Purge Flow	On 3 mL/min
Gas Saver	On 20 mL/min After 2 min
Split Ratio	2 :1
Split Flow	2 mL/min

وبالنسبة لعمود الفصل (Column):

HP-5MS 5% Phenyl Methyl Silox: 1785.43335

HP-5MS 5% Phenyl Methyl Silox

325 °C: 30 m x 250 µm x 0.25 µm

حيث تم وزن ٠,١ غرام من عينة الجبن ليتم حلها في ١ مل من مذيب الهكسان ومن ثم تم حقن ١ ميكروليتر في جهاز الكروماتوغرافيا للتحليل، ونتيجة للتحليل تم تحديد إجمالي ٥٠ مركباً متطايراً من عينات جبن الصويا الأربعة على جهاز الكروماتوغرافيا الغازية .ومن أهم هذه المركبات :

(Benzoic acid, Propanoic acid, 1,2-Benzenedicarboxylic acid, Octadecanoic acid, Stearic acid, Hexadecanoic acid, Palmitic acid, Octadecanoic acid, Stearic acid, Pentanoic acid, Heptanal, Linoleic acid, Stearic acid, 2-Propenoic acid,

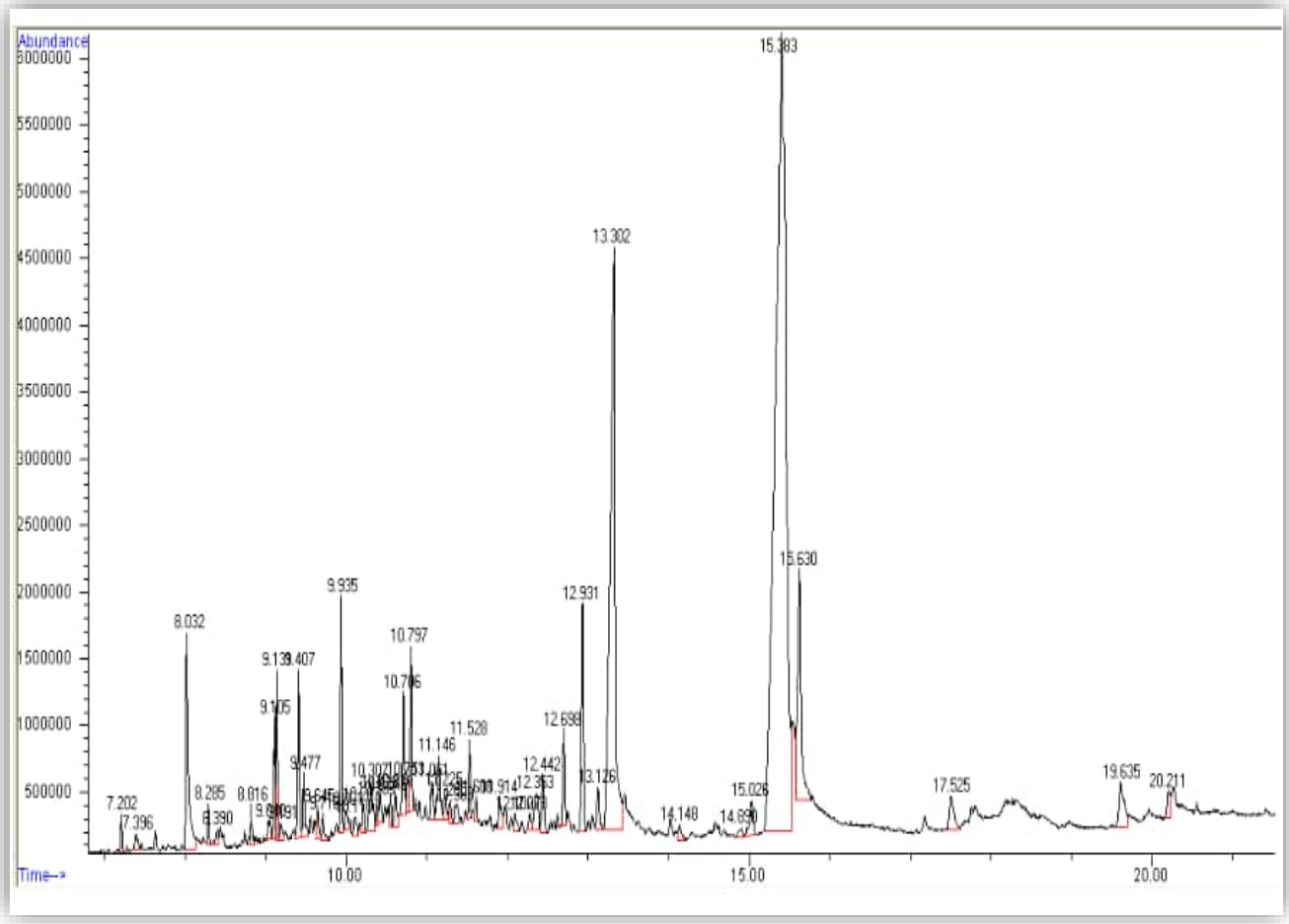
Phenol, Anozol, Vanicol, 2,3-dihydroxypropyl ester, 2-phenylethyl ester, 2-phenylethyl ester, Heptadecane, 2,3-dihydroxypropyl ester, 2-Thiophenecarboxylic acid, 2-phenylethyl ester).

٤- النتائج والمناقشة:

٤-١- نتائج تحليل مركبات النكهة غير المرغوبة في عينات جبن حليب الصويا على جهاز الكروماتوغرافيا الغازية:

عينات جبن الصويا الأربعة التي تم تحليلها: العينة (١): عينة ضابطة (شاهد) جبن حليب الصويا المُخثر باستخدام خميرة الحمص ٣٠ مل لكل ١٠٠ مل حليب صويا دون إضافة مواد محسّنة، العينة (٢): جبن حليب الصويا مضاف له نسبة (٠,١%) من مركبات البروبيوتيك. والعينة (٣): جبن حليب الصويا مضاف له نسبة (١%) من مطحون جوزة الطيب. و العينة (٤): من جبن حليب الصويا مضاف له نسبة (١%) من مطحون الزعتر.

يُظهر الكروماتوغرام (الرسم البياني) قمماً تمثل المركبات المختلفة في العينة. حيث يمثل المحور الأفقي (x) زمن الاحتفاظ (زمن الاستبقاء) (R_t) ، والمحور الرأسي (y) يمثل استجابة الكاشف (الشدة أو التركيز). ويُحدد زمن استبقاء كل قمة نوع المركب، بينما تعكس مساحة أو ارتفاع كل قمة كمية المركب في العينة (تحليل كمي). ووفقاً لنتائج التحليل الكروماتوغرافي ومخططات الكروماتوغرام (الرسم البياني) كما يُظهر الشكل (٦)، تبين وجود عدد كبير من المركبات الكيتونية والألدهيدية والأحماض والفينولات والكحولات في عينة جبن حليب الصويا الشاهد (١).



الشكل (٦): العينة (١):عينة ضابطة (شاهد)

وبالتالي من أهم هذه المركبات الموجودة وذات تركيز أعلى في العينة (١) تبعاً لنسبة مساحة الذروة (PAR) كما يُظهر الشكل (٦) ويبين الجدول (١) وهي :

Hexadecane (R_t= ٩,٩٣٧٥ ،Area Pct= ١,٧٩٢٢),

Phenol, 2,5-bis(1,1-dimethylethyl) (R_t= ٩,٤٠٦٦, Area Pct= ١,4873),

Propanoic acid, 2-phenylethyl ester (CAS) (R_t= ٨,0344 ،Area Pct= ٣,٠٨٩٢),

Hexadecanoic acid (CAS), Palmitic acid (R_t= ١٣,٣٠٢٤ ، Area Pct= ١٥,٦٣٨٤),

9,12-Octadecadienoic acid (R_t= ١٥,٣٨٤٨ ، Area Pct= ٤٨,٤٤٣٣

الجدول (١): العينة (١): نتائج تحليل عينة (١) ضابطة (شاهد).

PK	RT	Area Pct	Library/ID
1	7,2001	0,2995	Pentadecane (CAS) $$ n-Pentadecane $$ CH3(CH2)13CH3 $$ .n - penta - decane
2	7,3932	0,2623	Benzoic acid, 2-hydroxy-, ethyl ester (CAS) $$ Ethyl salicylate $$ Salotan
3	8,0344	3,0892	Propanoic acid, 2-phenylethyl ester (CAS) $$ .beta.-Phenylethyl propionate

4	8,2827	0,348	Tetradecane $$ n-Tetradecane
5	8,393	0,2412	Propanoic acid, 2,2-dimethyl-, 2-phenylethyl ester $$ Phenethyl pivalate
6	8,8136	0,4723	Pentadecane, 2,6,10-trimethyl- $$ 2,6,10-Trimethylpentadecane #
7	9,0411	0,2998	Eicosane (CAS) $$ n-Eicosane $$ Icosane $$ n - eicosane $$ n - icosane
8	9,1032	0,8843	Octadecane (CAS) $$ n-Octadecane $$ Octadecan $$ n - octadecane
9	9,1308	1,1418	pentadecane $$ CH3(CH2)13CH3 $$ N-PENTADECANE
10	9,1928	0,2076	Tetradecane (CAS) $$ n-Tetradecane $$ Isotetradecane $$ n - tetra - decane
11	9,4066	1,4873	Phenol, 2,5-bis(1,1-dimethylethyl)- $$ Phenol, 2,5-di-tert-butyl-
12	9,4755	0,6129	Hexadecane $$ n-Cetane $$ n-Hexadecane $$ Cetane
13	9,6479	0,2794	Pentadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylpentadecane
14	9,7169	0,3047	Heptadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylheptadecane
15	9,9375	1,7922	Hexadecane $$ n-Cetane $$ n-Hexadecane $$ Cetane
16	9,9996	0,3056	Heptadecane (CAS) $$ n-Heptadecane $$ Normal-heptadecane $$ n - heptadecane
17	10,1099	0,3089	1,2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester (CAS) $$ Ethyl phthalate $$ Anozol
18	10,2065	0,2463	Pentadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylpentadecane
19	10,3099	0,9712	Pentadecane, 2,6,10,14-tetramethyl- (CAS) $$ Pristane $$ PRISTANE (FIELD ION)
20	10,3857	0,2397	Eicosane (CAS) $$ n-Eicosane $$ Icosane $$ n - eicosane $$ n - icosane
21	10,4202	0,344	Cyclohexadecane
22	10,5443	0,236	Hexadecane (CAS) $$ n-Hexadecane $$ Cetane $$ n-Cetane $$ Isohexadecane
23	10,6133	0,427	Eicosane (CAS) $$ n-Eicosane $$ Icosane $$ n - eicosane $$ n - icosane
24	10,7098	1,2933	Heptadecane $$ n-Heptadecane $$ Normal-heptadecane
25	10,7512	0,3099	Pentadecane, 2,6,10,14-tetramethyl- $$ Bute hydrocarbon $$ Norphytan $$ Pristan
26	10,7994	1,4471	Octadecane $$ n-Octadecane $$ Octadecan
27	11,0615	0,534	Heptadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylheptadecane
28	11,1442	0,8956	Eicosane (CAS) $$ n-Eicosane $$ Icosane $$ n - eicosane $$ n - icosane
29	11,227	0,3418	Heptadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylheptadecane
30	11,2821	0,2175	Decane, 3,8-dimethyl- $$ 3,8-Dimethyldecane
31	11,3718	0,3967	Octadecanoic acid (CAS) $$ Stearic acid $$ n-Octadecanoic acid $$ Vanicol
32	11,5303	0,6655	Octadecane (CAS) $$ n-Octadecane $$ Octadecan $$ n - octadecane
33	11,6062	0,2607	Heptadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylheptadecane
34	11,9165	0,5547	Heptadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylheptadecane
35	12,1027	0,2722	Nonadecane (CAS) $$ n-Nonadecane
36	12,2819	0,2658	Nonadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylnonadecane
37	12,3509	0,7632	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester $$ Diisobutyl phthalate
38	12,4405	0,7225	Nonadecane (CAS) $$ n-Nonadecane
39	12,6957	1,0265	Eicosane (CAS) $$ n-Eicosane $$ Icosane $$ n - eicosane $$ n - icosane
40	12,9301	2,5382	7,9-di-tert-butyl-1-oxaspiro[4.5]deca-6,9-diene-2,8-dione
41	13,1232	0,5583	Tetratriacontane $$ n-Tetratriacontane
42	13,3024	15,6384	Hexadecanoic acid (CAS) $$ Palmitic acid $$ Palmitinic acid $$ Prifrac 2960

43	14,1506	0,222	6-Tetradecanesulfonic acid, butyl ester
44	14,8884	0,2185	Docosane, 11-decyl- (CAS) $$ 11-n-Decyldocosane $$ 11-NOR-DECYLDOCOSANE
45	15,0263	0,6325	Heptadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylheptadecane
46	15,3848	48,4433	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- $$ cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid
47	15,6331	4,4046	Octadecanoic acid (CAS) $$ Stearic acid $$ n-Octadecanoic acid $$ Vanicol
48	17,5224	0,8731	1,3,12-Nonadecatriene
49	19,6323	1,2607	Butyl 9.cis.,11.trans.-octadecadienoate
50	20,2115	0,4422	Hexadecanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester,

أما العينة (٢): جبن الصويا المضاف له البروبيوتيك وحسب الشكل (٧) والجدول (٢) تكون أهم المركبات الموجودة وذات تركيز أعلى في العينة تبعاً لنسبة مساحة الذروة (PAR) هي:

1-(4-tert-Butylphenyl)propan-2-one (R_t= ٨,٨٩٦٢, Area Pct= ٢,٥١٣٦),

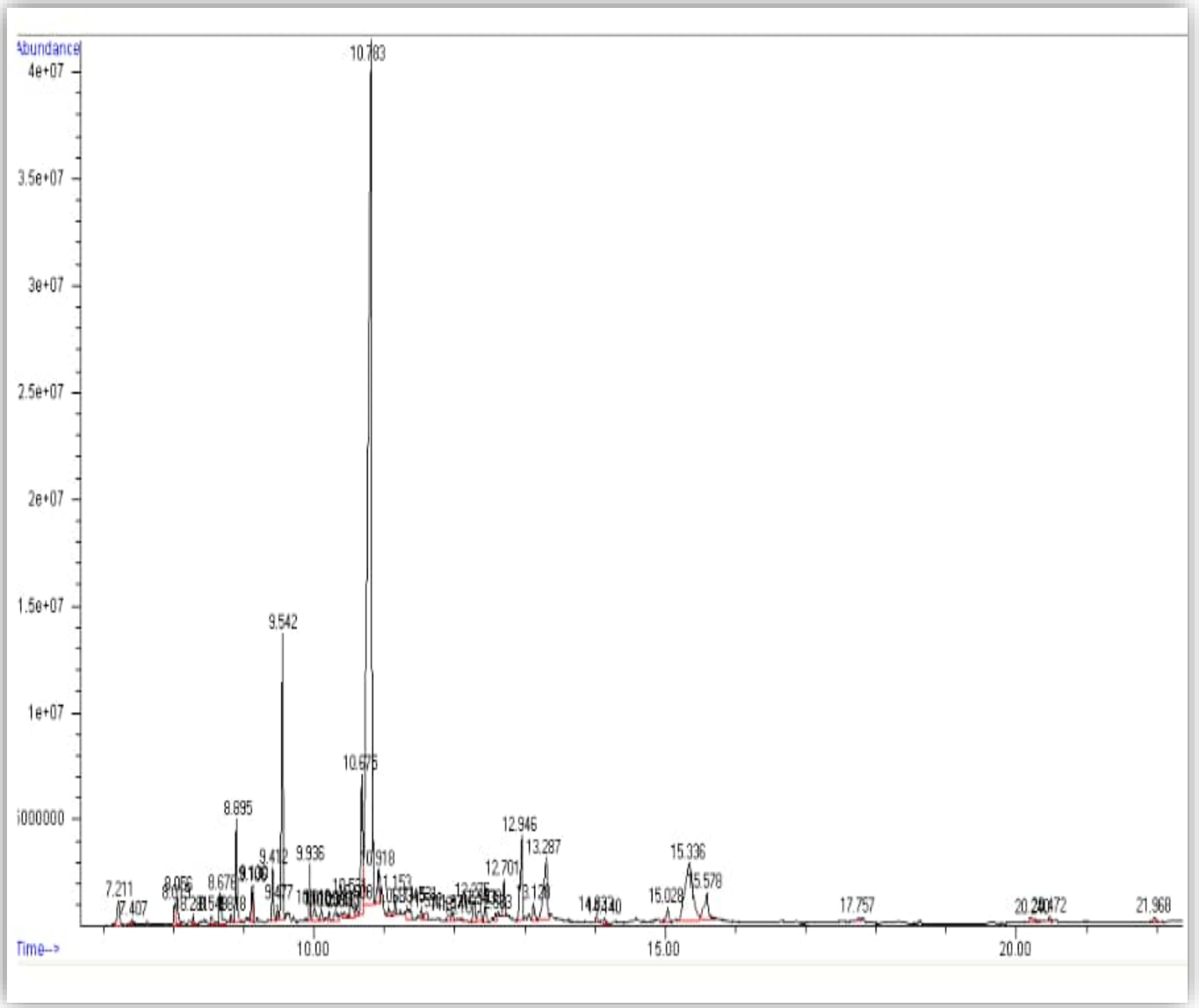
7,9-Di-tert-butyl-1-oxaspiro(4,5)deca-6,9-diene-2,8-dione (R_t= ١٢,9437, Area Pct= ٢,٧٣٤٣),

Hexadecanoic acid (CAS), Palmitic acid (R_t= ١٣,٢٨٨٥ ،Area Pct= ٣,٥١٢٥),

1-Methyl-5,8-dimethoxy-1,2,3,4-tetrahydro-1,4-iminonaphthalene (R_t= ١٠,٦٧٥١ ، Area Pct= ٣,879),

p-tert-butyl-.alpha.-methyl hydrocinnamic aldehyde (R_t= ٩,٥٤٤٣ ، Area Pct= ٦,2356),

p n-Hexyl salicylate $$ Benzoic acid, 2-hydroxy-, hexyl ester (R_t= ١٠,٧٨٥٥ ، Area Pct= ٥١,1686).



الشكل (٧): العينة (٢): جبن صويا البروبيوتيك

الجدول (٢): العينة (٢): نتائج تحليل جبن صويا البروبيوتيك

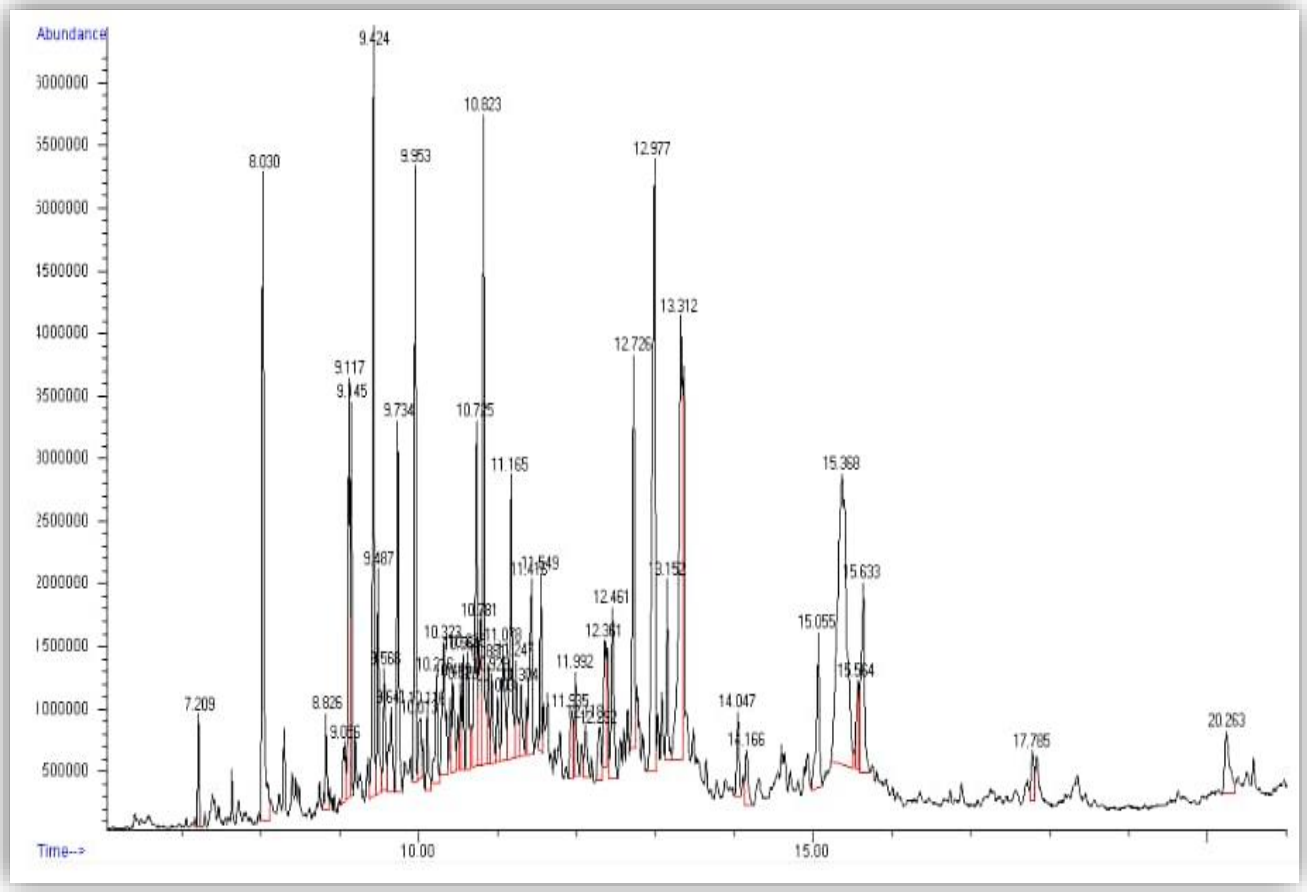
PK	RT	Area Pct	Library/ID
1	7,2137	0,7839	Benzeneethanal, 4-[1,1-dimethylethyl]- $$ (4-tert-Butylphenyl)acetaldehyde #
2	7,4068	0,1867	2-Undecanone (CAS) $$ 2-Hendecanone $$ Methyl nonyl ketone $$ RUE KETONE
3	8,0205	0,5837	Butanoic acid, 2-methyl-, 2-phenylethyl ester $$ Phenethyl 2-methylbutyrate

4	8,0549	0,7757	Undecanal, 2-methyl- $$ Aldehyde M.N.A. $$ Methyl-n-nonylacetaldehyde
5	8,2825	0,1729	Tetradecane $$ n-Tetradecane
6	8,5514	0,382	Benzene, 1,1'-oxybis- (CAS) $$ Phenyl ether $$ Diphenyl ether $$ Phenyl oxide
7	8,6755	0,976	syn-tricyclo[4.2.1.1(2,5)]dec-3-en-9-exo-yl acetate
8	8,8203	0,2158	Pentadecane, 4-methyl- $$ 4-Methylpentadecane
9	8,8962	2,5136	1-(4-tert-Butylphenyl)propan-2-one
10	9,103	0,6501	Dodecane (CAS) $$ n-Dodecane $$ Ba 51-090453 $$ Adakane 12 $$ Isododecane
11	9,1306	0,6722	pentadecane $$ CH3(CH2)13CH3 $$ N-PENTADECANE
12	9,4133	1,3215	PHENOL, 2,4-BIS(1,1-DIMETHYLETHYL)- $$ 2,4-DITERT-BUTYLPHENOL
13	9,4754	0,3208	Octadecane $$ n-Octadecane $$ Octadecan
14	9,5443	6,2356	LILY ALDEHYDE $$ p-tert-butyl-.alpha.-methyl hydrocinnamic aldehyde
15	9,9374	1,1233	Hexadecane $$ n-Cetane $$ n-Hexadecane $$ Cetane
16	10,0063	0,6213	Pentanoic acid, undecyl ester $$ Undecyl pentanoate
17	10,1097	0,3374	Diethyl Phthalate $$ 1,2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester $$ Anozol
18	10,2063	0,1867	Docosane (CAS) $$ n-Docosane $$ C22H46 STANDARD $$ Normal-docosane
19	10,3097	0,5483	Pentadecane, 2,6,10-trimethyl- $$ 2,6,10-Trimethylpentadecane #
20	10,4338	0,1782	Allyl Cyclohexyl carbonate
21	10,5303	0,8241	Heptanal, 2-(phenylmethylene)- $$ Cinnamaldehyde, .alpha.-pentyl- $$ Flomine
22	10,6062	0,3861	1-(4-ISOPROPYLPHENYL)-2-METHYLPROPYL ACETATE
23	10,6751	3,879	1-Methyl-5,8-dimethoxy-1,2,3,4-tetrahydro-1,4-iminonaphthalene
24	10,7855	51,1686	n-Hexyl salicylate $$ Benzoic acid, 2-hydroxy-, hexyl ester
25	10,9165	1,2768	5,7-Dimethoxy-1-methylindole
26	11,0613	0,304	Octadecane (CAS) $$ n-Octadecane $$ Octadecan $$ n - octadecane
27	11,1509	0,499	Docosane (CAS) $$ n-Docosane $$ C22H46 STANDARD $$ Normal-docosane
28	11,344	0,7383	Heneicosane (CAS) $$ n-Heneicosane $$ Henicosane $$ n - heneicosanene
29	11,5302	0,2705	Octadecane (CAS) $$ n-Octadecane $$ Octadecan $$ n - octadecane
30	11,5922	0,353	Pentadecane, 3-methyl- $$ 3-Methylpentadecane
31	11,9163	0,2757	Tetracosane $$ n-Tetracosane
32	11,9715	0,2096	Docosane $$ n-Docosane $$ Normal-docosane
33	12,1025	0,1682	Heptacosane $$ n-Heptacosane
34	12,2749	0,7415	Cyclopenta[g]-2-benzopyran, 1,3,4,6,7,8-hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethyl-
35	12,3507	0,5936	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester $$ Diisobutyl phthalate
36	12,4403	0,5105	Nonadecane $$ n-Nonadecane
37	12,5851	0,1784	Benzoic acid, 2-hydroxy-, phenylmethyl ester $$ Salicylic acid, benzyl ester
38	12,7024	0,9003	Pentacosane $$ n-Pentacosane
39	12,9437	2,7343	7,9-Di-tert-butyl-1-oxaspiro(4,5)deca-6,9-diene-2,8-dione
40	13,1299	0,5297	Pentacosane $$ n-Pentacosane
41	13,2885	3,5125	Hexadecanoic acid (CAS) $$ Palmitic acid $$ Palmitinic acid $$ Prifrac 2960

42	14,0194	0,2928	4A,5,8,8A.ALPHA.-TETRAHYDRO-2-METHOXY-4A.BETA.,8.ALPHA.-DIMETHYL-1,4-NAPHTHA...
43	14,1435	0,198	Octadecane, 2-methyl- $$ 2-Methyloctadecane
44	15,0261	0,7113	Heptacosane $$ n-Heptacosane
45	15,3364	7,4205	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- $$ cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid
46	15,5777	1,6024	Octadecanoic acid (CAS) $$ Stearic acid $$ n-Octadecanoic acid $$ Vanicol
47	17,7566	0,1568	Octadecane $$ n-Octadecane $$ Octadecan
48	20,2389	0,4249	7-Ethoxy-6-chloro-2,2-dimethyl-4-chromanone
49	20,4734	0,1917	Benzoic acid, 2,5-bis(trimethylsiloxy)-, trimethylsilyl ester
50	21,9697	0,1624	Ethyl (2E)-3-[2-(diethoxyphosphoryl)-4-(dimethylamino)phenyl]-2-propenoate #

لقد أعطى التحليل الكروماتوغرافي للمركبات العضوية المتطايرة لعينة جبن الصويا المُضاف له مطحون جوزة الطيب كمادة محسّنة نتائج جيدة، إذ تحتوي بذور جوزة الطيب على مركب غواياكين (Guaiacin) ضمن المجموعات الفينولية التي لها مجموعات هيدروكسيل (hydroxyl) متصلة بحلقة البنزين وهي تعتبر نشطة كمضادة للأكسدة، كما أن مركب الأوجينول وهو مركب عطري آخر موجود في جوزة الطيب. ويساهم في نكهة جوزة الطيب الدافئة والحارة قليلاً. ويوجد الأوجينول أيضاً في القرنفل والقرفة والتوابل الأخرى، وقد دُرست خصائصه المضادة للأكسدة والمضادة للالتهابات.

إذ تتميز هذه المركبات بنشاط مضاد للأكسدة ملحوظ، لأن استخلاص الهيدروجين الذري من هذه المجموعات الوظيفية سهل نسبياً. ويتم استخلاص الهيدروجين الذري بواسطة جذور البيروكسي التي تتكون أثناء الإجهاد التأكسدي. ووفقاً لنظرية مختلفة، يُسهم الأوجينول الموجود في جوزة الطيب في خصائصها المضادة للأكسدة من خلال تعزيز نشاط إنزيمات الكاتالاز.



الشكل(٨): العينة (٣): جبن صويا جوزة الطيب

وحسب الشكل (٨) والجدول (٣) للعينة (3): جبن الصويا المضاف له جوزة الطيب تكون أهم المركبات الموجودة هي:

Hexadecane (R_t= ٩,9513, Area Pct= ٣,٥٩٦),

Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- (CAS) (R_t= ٩,4203, Area Pct= ٤,٩٢٠٤),

2-Thiophenecarboxylic acid, 2-phenylethyl ester (R_t= 8,0275 ،Area Pct= ٥,١٨٣٤),

1,2-Benzenedicarboxylic acid (R_t= ،١٣,٣٠٩٣ Area Pct= ٦,٥٥٨٦),

9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- (CAS) , Linoleic acid , Linoleic(R t= 15,371 ،Area Pct =10,8442**)**.

الجدول (٣): نتائج تحليل العينة (٣): جبن صويا جوزة الطيب

PK	RT	Area Pct	Library/ID
1	7,207	0,6758	Tridecane, 5-propyl- $$ 5-Propyltridecane #
2	8,0275	5,1834	2-Thiophenecarboxylic acid, 2-phenylethyl ester
3	8,8273	0,839	Dodecane, 2,6,11-trimethyl- $$ 2,6,11-Trimethyldodecane
4	9,0549	0,7162	Nonane, 5-butyl- $$ 5-Butylnonane $$ 5-n-Butylnonane
5	9,1169	2,5905	2-Bromo dodecane $$ Dodecane, 2-bromo-
6	9,1445	2,2145	pentadecane $$ CH3(CH2)13CH3 $$ n-pentadecane
7	9,4203	4,9204	Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- (CAS) $$ 2,4-Di-tert-butylphenol
8	9,4893	1,6133	2-Bromo dodecane $$ Dodecane, 2-bromo-
9	9,5651	1,317	1,3-Benzodioxole, 4-methoxy-6-(2-propenyl)- (CAS) $$ Myristicin
10	9,641	1,0799	Hentriacontane $$ n-Hentriacontane $$ Untriacontane
11	9,7375	2,7629	Benzene, 1,2,3-trimethoxy-5-(2-propenyl)- (CAS) $$ Elemicin
12	9,9513	3,596	Hexadecane $$ n-Cetane $$ n-Hexadecane $$ Cetane
13	10,0133	0,715	Tricosane (CAS) $$ n-Tricosane $$ n - tricosane
14	10,1168	0,644	1,2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester (CAS) $$ Ethyl phthalate $$ Anozol
15	10,2133	1,0148	Dodecane, 2,6,10-trimethyl- $$ Farnesan $$ Farnesane
16	10,3236	1,7835	Pentadecane, 2,6,10,14-tetramethyl- (CAS) $$ Pristane $$ pristane (FIELD ION)
17	10,4408	0,9381	Hexadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylhexadecane
18	10,5305	0,612	Docosane (CAS) $$ n-Docosane $$ C22H46 standard $$ Normal-docosane
19	10,5581	0,6744	Eicosane (CAS) $$ n-Eicosane $$ Icosane $$ n - eicosane $$ n - icosane
20	10,627	1,1467	Octacosane $$ n-Octacosane
21	10,7235	3,4839	Heptadecane $$ n-Heptadecane $$ Normal-heptadecane
22	10,7787	1,4143	Pentadecane, 2,6,10,14-tetramethyl- (CAS) $$ Pristane $$ pristane (FIELD ION)
23	10,8201	4,657	Docosane (CAS) $$ n-Docosane $$ C22H46 standard $$ Normal-docosane
24	10,8821	0,8099	Nonadecane (CAS) $$ n-Nonadecane
25	10,9304	0,7177	Heptadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylheptadecane
26	11,0063	0,6682	Octacosane $$ n-Octacosane
27	11,0752	1,4339	Nonadecane (CAS) $$ n-Nonadecane
28	11,1648	2,7657	Docosane (CAS) $$ n-Docosane $$ C22H46 standard $$ Normal-docosane
29	11,2476	0,9624	Heneicosane $$ henicosane $$ henicosane # $$ n-heneicosane
30	11,3028	0,6178	Heptadecane, 3-methyl- $$ 3-Methylheptadecane
31	11,4131	1,9313	Tetradecanoic acid $$ Myristic acid $$ n-Tetradecanoic acid $$ Neo-Fat 14
32	11,551	1,1082	Octadecane (CAS) $$ n-Octadecane $$ Octadecan $$ n - octadecane
33	11,9371	0,8787	Heptadecane (CAS) $$ n-Heptadecane $$ Normal-heptadecane $$ n - heptadecane
34	11,9923	0,864	Docosane (CAS) $$ n-Docosane $$ C22H46 standard $$ Normal-docosane
35	12,1164	0,6037	Heptadecane, 3-methyl- $$ 3-Methylheptadecane

36	12,2888	0,6882	Hentriacontane $$ n-Hentriacontane $$ Untriacontane
37	12,3577	1,3515	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester $$ Diisobutyl phthalate
38	12,4612	1,9084	Eicosane (CAS) $$ n-Eicosane $$ Icosane $$ n - eicosane $$ n - icosane
39	12,7232	3,2813	Heneicosane (CAS) $$ n-Heneicosane $$ Henicosane $$ n - heneicosanene
40	12,9783	7,1323	7,9-di-tert-butyl-1-oxaspiro[4.5]deca-6,9-diene-2,8-dione
41	13,1507	1,5155	Nonadecane (CAS) $$ n-Nonadecane
42	13,3093	6,5586	Dibutyl phthalate $$ 1,2-Benzenedicarboxylic acid, dibutyl ester $$ Elaol
43	14,0471	0,8366	4A,5,8,8A.alpha.-tetrahydro-2-methoxy-4A.BETA.,8.alpha.-dimethyl-1,4-naphtha…
44	14,1643	0,61	Octadecane, 3-methyl- $$ 3-Methyloctadecane
45	15,0538	1,9858	Octadecane (CAS) $$ n-Octadecane $$ Octadecan $$ n - octadecane
46	15,371	10,8442	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- (CAS) $$ Linoleic acid $$ Linoleic
47	15,5641	1,0018	Eicosane (CAS) $$ n-Eicosane $$ Icosane $$ n - eicosane $$ n - icosane
48	15,633	2,4256	Octadecanoic acid (CAS) $$ Stearic acid $$ n-Octadecanoic acid $$ Vanicol
49	17,7844	0,6116	Docosane (CAS) $$ n-Docosane $$ C22H46 standard $$ Normal-docosane
50	20,2666	1,2946	7-Ethoxy-6-chloro-2,2-dimethyl-4-chromanone

وأظهرت جوزة الطيب ومكوناتها،خاصة الأوجينول، خصائص مضادة للميكروبات. فهي قادرة على تثبيط نمو بعض أنواع البكتيريا والفطريات، مما قد يكون مفيداً في معالجة الالتهابات الميكروبية. حيث اكتشف الباحثون أن المركبات المضادة للبكتيريا الأساسية المستخرجة من بذور جوزة الطيب هي حمض الميريستيك الذي يظهر في الشكل (٨) عند القيم (Myristic acid: Rt= 11,4131, Area Pct= 1,9313) والتريميرستين **[١٥]**.

كما أن تطوير الأغذية الوظيفية يمكن أن يُعزّز بإضافة الزعتر نظراً لخصائصه ذات القيمة المضافة، وعلى وجه الخصوص، وُجد أن مستخلصات نبات الزعتر السوري تحتوي على مواد كيميائية نباتية متنوعة ذات نشاط بيولوجي يُعزى إلى الخصائص الطبية لهذا النبات، والتي يمكن أن تكون ذات استخدامات علاجية قيّمة ،علاوة على ذلك، فإن التركيب الكيميائي والنشاط المضاد للميكروبات العالي لزيته العطري ومكوناته الرئيسية فعالان ضد بعض البكتيريا سالبة الجرام المسببة للأمراض البشرية **[١٦]**.

ويبين الشكل (٩) والجدول (٤) أهم المركبات الموجودة في العينة (٤): جبن الصويا المضاف له الزعتر وذات تركيز أعلى في العينة تبعاً لنسبة مساحة الذروة (PAR) هي:

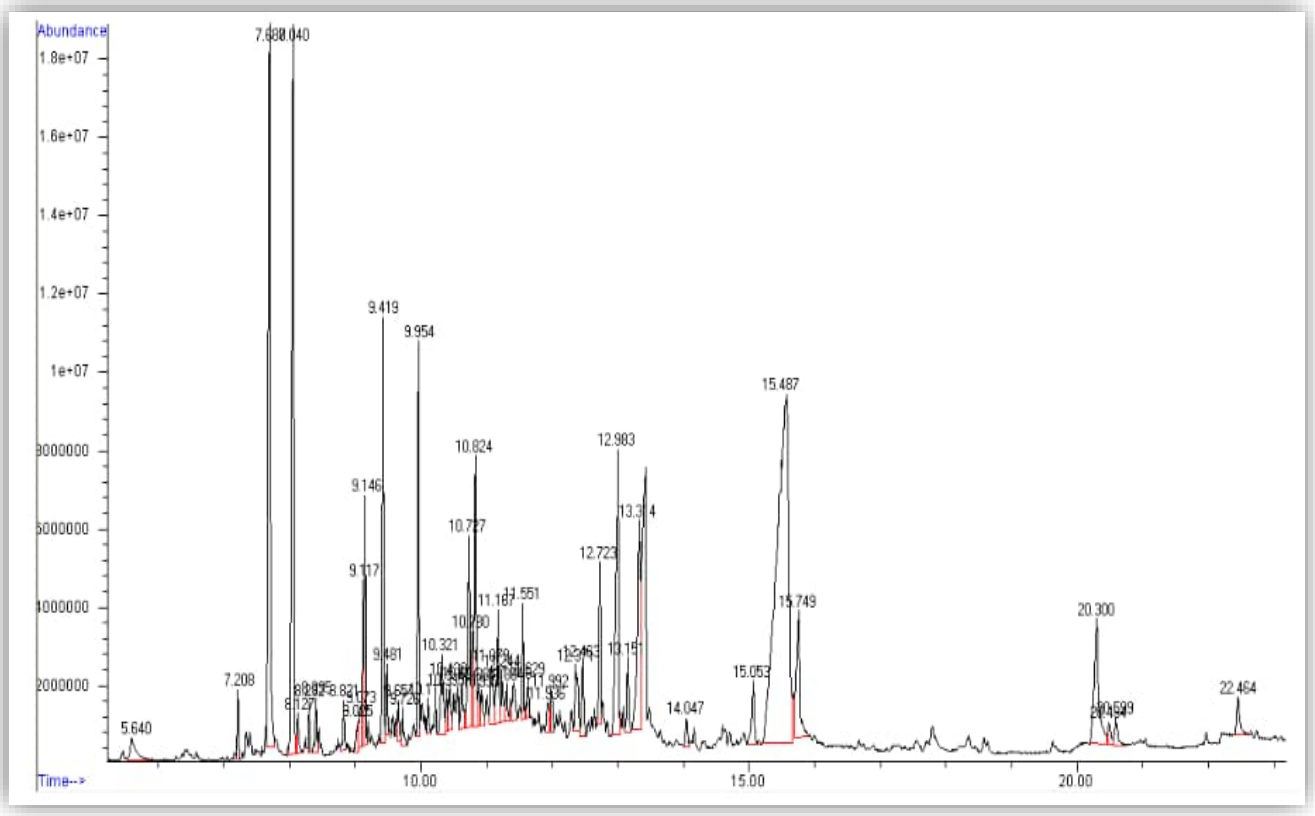
Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester (R_t= ٢٠,3011, Area Pct= ٣,٧٦٠٩),

1,2-Benzenedicarboxylic acid, dibutyl ester) R_t= ١٣,3161, Area Pct= ٤,٣٦٨),

Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)- (CAS) (R_t= 7,6895 ،Area Pct= ٧,٩٥٧٧),

2-Furancarboxylic acid, 2-phenylethyl ester , 2-Furoic acid, phenethyl ester (R_t= ٨,٠٤١٢ ، Area Pct= ٩,٢٣٩٣),

9,12−Octadecadienoic acid (Z,Z)− (R_t= ١٥,٤٨٨١ ، Area Pct= ٢٦,٦٢٣)



الشكل(٩): العينة (٤): جبن صويا الزعتر

الجدول (٤): نتائج تحليل العينة (٤): جبن صويا الزعتر

PK	RT	Area Pct	Library/ID
1	5,6416	0,8789	Phenol, 2−methoxy− $$ Phenol, o−methoxy− $$ o−Guaiacol $$ o−Hydroxyan
2	7,2069	0,5264	Hexadecane $$ n−Cetane $$ n−Hexadecane $$ Cetane
3	7,6895	7,9577	Phenol, 2−methyl−5−(1−methylethyl)− (CAS) $$ Carvacrol (CAS) $$ Antioxine
4	8,0412	9,2393	2−Furancarboxylic acid, 2−phenylethyl ester $$ 2−Furoic acid, phenethyl este
5	8,1239	0,4354	1−Pentanone, 1−phenyl− $$ Valerophenone $$ Butyl phenyl ketone
6	8,2894	0,3788	Tetradecane $$ n−Tetradecane
7	8,3928	0,596	Propanoic acid, 2−methyl−, 2−phenylethyl ester $$ Benzylcarbinol isobutyrate
8	8,8204	0,5143	Dodecane, 2−methyl− $$ 11−Methyldodecane $$ 2−Methyldodecane
9	9,0272	0,4935	Phenol, 2−methoxy−4−(1−propenyl)− $$ Phenol, 2−methoxy−4−propenyl−
10	9,0755	0,5878	2−Propenoic acid, 3−phenyl−, ethyl ester (CAS) $$ Ethyl cinnamate
11	9,1169	1,3446	Docosane (CAS) $$ n−Docosane $$ c22h46 standard $$ Normal−docosane
12	9,1445	1,7054	pentadecane $$ ch3(ch2)13ch3 $$ n−pentadecane

13	9,4202	3,3617	Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- (CAS) $$ 2,4-Di-tert-butylphenol
14	9,4823	0,4619	Octadecane $$ n-Octadecane $$ Octadecan
15	9,6547	0,3922	Pentadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylpentadecane
16	9,7236	0,4483	Pentadecane, 3-methyl- $$ 3-Methylpentadecane
17	9,9512	3,0515	Hexadecane $$ n-Cetane $$ n-Hexadecane $$ Cetane
18	10,1098	0,3807	Diethyl Phthalate $$ 1,2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester $$ Anozol
19	10,3235	1,3842	Pentadecane, 2,6,10-trimethyl- $$ 2,6,10-Trimethylpentadecane #
20	10,3925	0,4116	Caldaphnidine B
21	10,4408	0,6644	Hexadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylhexadecane
22	10,6269	0,6104	Hentriacontane $$ n-Hentriacontane $$ Untriacontane
23	10,7304	2,4252	Heptadecane $$ n-Heptadecane $$ Normal-heptadecane
24	10,7786	1,1823	Pentadecane, 2,6,10,14-tetramethyl- (CAS) $$ Pristane $$ pristane (field ion)
25	10,8269	2,6443	Docosane (CAS) $$ n-Docosane $$ c22h46 standard $$ Normal-docosane
26	10,8821	0,3792	Tetratriacontane $$ n-Tetratriacontane
27	10,9303	0,4034	Hexadecane, 2,6,10,14-tetramethyl- $$ Phytan $$ Phytane
28	11,082	0,9615	Heptadecane, 3-methyl- (CAS) $$ 3-Methylheptadecane $$ 15-Methylheptadecane
29	11,1648	1,5375	Docosane (CAS) $$ n-Docosane $$ c22h46 standard $$ Normal-docosane
30	11,2406	0,6525	Heptadecane, 2-methyl- $$ 2-Methylheptadecane
31	11,3027	0,3995	Heptadecane, 3-methyl- $$ 3-Methylheptadecane
32	11,413	0,6219	Tetradecanoic acid (CAS) $$ Myristic acid (CAS) $$ myristinic acid $$ Crodacid
33	11,5509	1,0351	Octadecane $$ n-Octadecane $$ Octadecan
34	11,6267	0,3789	Eicosane (CAS) $$ n-Eicosane $$ Icosane $$ n - eicosane $$ n - icosane
35	11,937	0,5744	Eicosane (CAS) $$ n-Eicosane $$ Icosane $$ n - eicosane $$ n - icosane
36	11,9922	0,451	Hexadecane, 2,6,10,14-tetramethyl- $$ Phytan $$ Phytane
37	12,3714	1,2772	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester (CAS) $$ Palatinol IC
38	12,4611	1,0096	Nonadecane (CAS) $$ n-Nonadecane
39	12,7231	1,6629	Heptacosane $$ n-Heptacosane
40	12,9851	4,9871	7,9-di-tert-butyl-1-oxaspiro[4.5]deca-6,9-diene-2,8-dione
41	13,1506	0,8372	Eicosane (CAS) $$ n-Eicosane $$ Icosane $$ n - eicosane $$ n - icosane
42	13,3161	4,368	Dibutyl phthalate $$ 1,2-Benzenedicarboxylic acid, dibutyl ester $$ Elaol
43	14,047	0,3961	4a,5,8,8a.alpha.-tetrahydro-2-methoxy-4a.beta.,8.alpha.-dimethyl-1,4-naphtha...
44	15,0537	1,0761	Tricosane $$ n-tricosane
45	15,4881	26,623	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- $$ cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid
46	15,7502	2,8097	Octadecanoic acid (CAS) $$ Stearic acid $$ n-Octadecanoic acid $$ Vanicol
47	20,3011	3,7609	Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester $$ Palmitin, 2-mono-
48	20,4941	0,4085	Silicone oil $$ silikonfett se30 (grevels)

49	20,5975	0,5189	Di-n-octyl phthalate $$ 1,2-Benzenedicarboxylic acid, dioctyl ester
50	22,4662	0,7934	Octadecanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester (CAS) $$ 1-Monostearin $$ Te

ومن خلال النتائج التي توصلت إليها دراسة قام بها الباحثون (*Tasneem M. M. A. El gabali.et al.*2022) يمكن الاستنتاج أن هناك إمكانية لاستخدام الزعتر السوري بالإضافة إلى حبة البركة السوداء في جبن (Mudafara) الذي نشأ في منطقة البحرالأبيض المتوسط ويُستهلك الآن على نطاق واسع في السودان. وقد حسّن الزعتر السوري محتواه الفيزيائي والكيميائي بنسبة ٠,٣% وخصائصه الحسية بنسبة ٠,٥% عند استخدامه كمضافات مفضلة لجبن (Mudafara) **[١٦]**.

درس الباحثون (*Seonmi Lee et al.*2014) المركبات المتطايرة كمؤشرات على جودة التوفو (خثارة فول الصويا) أثناء التخزين، إذ تم استخراج المركبات المتطايرة في التوفو التجاري المعبأ وغير المعبأ بواسطة ألياف الاستخلاص الدقيق في الطور الصلب وتحليلها باستخدام الكروماتوغرافيا الغازية – مطياف الكتلة. حيث تم تخزين عينات التوفو عند ٤ مْ لمدة ١٥ يوماً لقياس النضارة والتغيرات في الجودة أثناء التخزين. وتم تحديد إجمالي ٤١ و ٣٥ مركباً متطايراً من التوفو المعبأ وغير المعبأ، على التوالي . زادت نسبة مساحة الذروة (PAR) للهيكسانال (hexanal) في التوفو المعبأ من ١١,٤٤ (اليوم ٠) إلى ٤٩٦,٣٠ (اليوم ٩) وانخفضت أخيراً إلى ١١,٠٦ في (اليوم ١٥) من التخزين. وزادت نسبة مساحة الذروة للإيثانول و١-هيكسانول من ٥,٤١ و ٠,٧٦ (اليوم ١) إلى ٦٦,٩٣ (اليوم ٩) و ٤٧,٤٦ (اليوم ١٥)، على التوالي. فكانت التغيرات في هذه المواد المتطايرة في التوفو غير المعبأ مماثلة لتلك الموجودة في التوفو المعبأ. وتُظهر النتائج أن الهيكسانال والإيثانول و١-هيكسانول هي مركبات متطايرة مميزة لتوفير معلومات كمية ونوعية بشأن تدهور التوفو **[١٠]**.

كما بينت دراسة قام بها الباحثون (Yang Yang.*et al.*2021) لتحليل واكتشاف المركبات العضوية المتطايرة في عينات مختلفة من (FSWT) من مراحل مختلفة لإنتاجه. أنه تم إنتاج ٢٤ مركباً عضوياً متطايراً، بما في ذلك ثلاثة إسترات وثمانية كحوليات وستة كيتونات وستة ألدهيدات وفوران واحد، عبر المراحل المختلفة لإنتاج (FSWT) كانت الكحوليات هي المركبات الأكثر اكتشافاً على نطاق واسع وشملت (١- بروبانول و٢-ميثيل بروبانول و٢- ميثيل بيوتانول و١- بنتانول و -2-(E)هيكسينول و١-هيكسانول و١- أوكتين-٣-أول والإيثانول). وتبين أن ١- هيكسانول و١- أوكتين-٣- أول هما أهم المركبات العضوية المتطايرة الحرجة التي تضفي رائحة عشبية. إذ وجد أن شدة إشارة ١- هيكسانول و١- أوكتين-٣-أول كانت أعلى في حليب الصويا الخام، ولكنها كانت أقل في حليب الصويا المطبوخ، أثناء إضافة المواد المسببة للتخثر، وفي المراحل اللاحقة. يستخدم حمض اللينوليك بواسطة ليبوكسيجيناز لإنتاج بيروكسيدات الهيدرو، والتي يتم بعد ذلك نزع الهيدروجين منها إلى كيتونات، وأخيراً يتم تحويلها إنزيمياً إلى كحولات ١- أوكتين-٣). وفي هذه الدراسة تم استخدام تقنية GC-IMS لأول مرة في التحليل، وقد ثبت أن مجموعات IMS مع تقنيات أخرى فعالة للغاية لأنها تجمع بين مزايا التقنيات المدمجة لتوليد نتائج أكثر دقة وتفصيلاً، وبالتالي يمكن أن تكون مفيدة لتحليل وتوصيف المركبات العضوية المتطايرة التي تظهر مجموعة واسعة من الخصائص، وتشير التقارير المختلفة إلى أنه يمكن تطبيق GC-IMS لتحديد مركبات النكهة للعينات عبر المراحل المختلفة لإنتاج (FSWT) **[٢]**.

٥- الاستنتاجات:

- بينت النتائج لبعض المركبات العضوية المتطايرة المسؤولة عن الطعم البقولي غير المرغوب في جبن حليب الصويا أن لإضافة المواد المحسنة (جوزة طيب، زعتر، بروبيوتيك) تأثيراً جيداً في تقليل الطعم المر.
- انخفاض تركيز بعض المواد المسؤولة عن الطعم والنكهة غير المرغوبة في جبن الصويا، وأهم مركبين هما ((9,12–Octadecadienoic acid (Z,Z)) و (Stearic acid) حيث انخفضت قيمة (PAR) لمركب 9,12–Octadecadienoic acid من (٤٨,٤٤) في عينة الشاهد إلى (٢٦,٦٢) في عينة جبن الزعتر و (١٠,٨٤) في عينة جبن جوزة الطيب و(٧,٤٢) في عينة جبن البروبيوتيك ،أما لمركب Stearic acid فقد انخفضت قيمة (PAR) من (٤,٤٠) في عينة الشاهد إلى (٢,٤٢) في عينة جبن البروبيوتيك و (٢,٨٠) في عينة جبن جوزة الطيب و(١,٦٠) في عينة جبن الزعتر.

6- التوصيات:

- نظرًا لأهمية التخمير بالبكتيريا والفطريات في عملية صناعة الجبن التقليدية وتحسين وظائف البروتينات النباتية، ينبغي أن تشمل الأبحاث التي تُجرى في هذا المجال هذه الجوانب بشكل أكبر ومعمق.
- العمل على إضافة نكهات طبيعية جديدة مثل (الكركم ، حبة البركة السوداء، النعناع..) ودراسة مدى تأثيرها على خواص جبن الصويا وخاصة النكهة وتقليل الطعم البقولي المر.
- دراسة إضافة مطحون جوزة الطيب إلى جبن الصويا بشكل أكبر لمعرفة أقل تركيز مناسب من هذه المادة يمكن إضافته للجبن ويعطي التأثير المطلوب على النكهة، نظراً لاحتواء جوزة الطيب على بعض المواد ذات السمية إذا أُستخدمت بتراكيز عالية.

المراجع العربية:

[14] علي، بلسم (٢٠٢٤). **دراسة إمكانية إنتاج بودرة خميرة الحمص واستخدامها في إنتاج الخبز والتأكد من سلامته.** سوريا. جامعة طرطوس ، كلية الهندسة التقنية قسم هندسة تقانة الأغذية. رسالة ماجستير.

المراجع الأجنبية:

[١] Naveed Ahmad *and al.* (*2008*). **Improvements in the Flavour of Soy Cheese**. Food Technol. Biotechnol. 46 (3) 252–261 (2008) .

[٢] Yang Yang *and al.* (*2021*).**HS-GC-IMS with PCA to analyze volatile flavor compounds across different production stages of fermented soybean whey tofu**. Food Chemistry, 346 (2021) 128880.

[٣] Carolina Battistini *and al* (*2018*).**Development and characterization of an innovative synbiotic fermented beverage based on vegetable soybean**. Brazilian Journal Of Microbiology 49 (2018) 303–309.

[٤] Adebiyi-Olabode A. O *and al.* (*2024*) . **Proximate Composition and Microbial Estimation of Soy Cheese Samples in Ibadan, Oyo State, Nigeria** .Nigerian Research Journal of Chemical Sciences (ISSN: 2682-6054) Volume 12, Issue 1, 2024.

[٥] Nadra, S. Y. Hassan *and al.* (*2021*). **Improving the quality properties and extension the shelf life of soy cheese**. **International journal of family studies, food science and nutrition health,** volume 2 , issue , 1, 2021 , 120–142.

[٦] Renda Kankanamge *and al.* (*2018*). **Modifications of nutritional, structural, and sensory characteristics of non-dairy soy cheese analogs to improve their quality attributes**. J Food Sci Technol (November 2018) 55(11):4384–4394.

[٧] Blandine M. L. Gene *and al.* (*2023*). **Hybrid Cheeses—Supplementation of Cheese with Plant-Based Ingredients for a Tasty, Nutritious and Sustainable Food Transition**. Fermentation 2023, 9, 667. https://doi.org/10.3390/fermentation9070667.

[٨] Saroj Kumar Giri *and al.* (*2018*). **Effect of composition and storage time on some physico-chemical and rheological properties of probiotic soy-cheese spread**. J Food Sci Technol (May 2018) 55(5):1667–1674.

[٩] Peace Omoikhudu Oleghe *and al.* (*2023*). **Growth Kinetics of Bacteria Isolated from Laboratory Prepared Cheese Made From Different Milk Sources**. Saudi Journal of Pathology and Microbiology, 10.36348/sjpm.2023.v08i02.002.

[١٠] Seonmi Lee *and al.* (*2014*). **Volatile Compounds as Markers of Tofu (Soybean Curd) Freshness during Storage**. Journal of Agricultural and Food Chemistry ,Department of Food Science and Biotechnology, Dongguk University Seoul, 26, 3-Ga, Pil-dong, Chung-gu, Seoul 100-715, Republic of Korea.

[١١] Hatzikamari,M *and al*. (2007). **Biochemical changes during a Submerged Chickpea Fermentation Used as a Leavening Agent for Bread Production**. Eur. Food Research and Technology, 224, 715-723.

[١٢] Nazlı Şahin *and al.* (*2024*).**Effects of Fermentation Temperature and Time on Chickpea-Initiated Sourdough Production**. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences ,(2024) 38 (1), 82-94 DOI:10.15316/SJAFS.2024.008 e-ISSN: 2458-8377.

[١٣] omogbai b.a *and al (2005)*. **Microbial utilization of stachyose in soymilk yogurt production**. African Journal of Biotechnology Vol. 4 (9), pp.905-908.

[١٥] Rohit T Lahane *and al.* (*2023*).**Exploring Nutmeg (Myristica fragrans): A Comprehensive Review of its Nutritional Composition and Potential Health Benefits**. International Journal of Pharmaceutical Research and Applications, Volume 8, Issue 6 Nov-Dec 2023, pp: 2099-2104 www.ijprajournal.com ISSN: 2249-7781.

[١٦] Tasneem M. M. A. El gabali *and al.* (*2022*). **Efect of addition of Syrian thyme (Thymus syriacus) on physiochemical and sensory quality of Sudanese Mudafara cheese during storage**. J Food Sci Technol (February 2023) 60(2):517-527.