HNSJ Humanities & Natural Sciences Journal
ISSN: (e) 2709-0833
www.hnjournal.net

مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية
مجلة علمية محكمة (التصنيف: NSP)
معامل التأثير للعام 2022 = 4.91

عنوان البحث

مقارنة طرائق التحوير (الموجات فوق الصوتية والانزيمية) في الخصائص الوظيفية لبروتينات بياض البيض

رنا حميد مجيد [1]، عالية زيارة هاشم [2]

[2] قسم علوم الاغذية /كلية الزراعة /جامعة البصرة –البصرة /عراق

ranaalhusseini67@gmail.com

alia.hashim@oubasrah.edu.iq

HNSJ, 2024, 5(7); https://doi.org/10.53796/hnsj57/22

تاريخ النشر: 2024/07/01م تاريخ القبول: 2024/06/18م

المستخلص

أحدى العوامل المفيدة في البحث والتطبيق في صناعة الأغذية هي الخصائص الوظيفية للبروتينات، اذ تحتوي بروتينات بياض البيض على مجموعة متنوعة من الخصائص الوظيفية التي يمكن تحسينها باستخدام طرق تحوير متعددة، بما في ذلك التحوير بالموجات فوق الصوتية والانزيمية، تم تقدير المحتوى الكيميائي لبياض البيض من رطوبة وبروتين ودهن ورماد ،درست الخصائص الوظيفية (الذوبان، الرغوة وثبات الرغوة، وربط الدهن) للبروتينات المحورة. أظهرت النتائج فروقاً معنوية بين المعاملات $p<0.05$. كما أحدثت المعاملات تحسناً في الخصائص الوظيفية، وكان للمعاملة بالموجات فوق الصوتية تأثيرا واضحا في هذه الصفات مقارنة بالطريقة الانزيمية.

الكلمات المفتاحية: تحوير ، موجات فوق الصوتية ، انزيمية ، خصائص وظيفية ، بروتينات بياض البيض

RESEARCH TITLE

COMPARISON OF MODIFICATION METHODS (ULTRASONIC AND ENZYMATIC) IN THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF EGG WHITE PROTEINS

Rana Hameed Majeed[1], Alia Zyara Hashim[2]

[1,2] Department of Food Science, College of Agriculture, University of Basrah, Basrah, Iraq

ranaalhusseini67@gmail.com

Corresponding author. Email: alia.hashim@oubasrah.edu.iq

HNSJ, 2024, 5(7); https://doi.org/10.53796/hnsj57/22

Published at 01/07/2024 **Accepted at 18/06/2024**

Abstract

One useful factor in research and application in the food industry is the functional properties of proteins. Egg white proteins contain a variety of functional properties that can be improved using multiple modification methods, including ultrasonic and enzymatic modification. The chemical content of egg whites was estimated from moisture And protein, fat, and ash. The functional properties (solubility, foaming and foam stability, and fat binding) of the modified proteins were studied. The results showed significant differences between the treatments, $p<0.05$. The treatments also brought about an improvement in the functional properties, and the ultrasound treatment had a clear effect on these properties compared to the enzyme method.

Key Words: modification, ultrasound, enzymatic, functional properties, egg white proteins.

1-المقدمة : Introduction

يتكون البيض من ثلاث أجزاء رئيسة هي القشرة وبياض البيض والصفار، إذ تشكل قشرة البيضة نسبة 9.5 % و بياض البيض 63 % ، وصفار البيض 27.5% (2020) Cameron. ويعتمد المحتوى الكيميائي للبيض على النظام الغذائي وعمر الحيوان والموسم والصفات الوراثية وعوامل أخرى ، فالمحتوى الكيميائي لبيض الدجاج الكامل يتكون من 74% رطوبة و 12.8% بروتين و 11.8% دهون وكميات قليلة من الكربوهيدرات والمعادن Kusum *et al.* (2018).

يعد البيض من اكثر الأطعمة شعبية وذا قيمة غذائية عالية لما يمتلكه من عناصر غذائية أساسية كالبروتينات المحتوية على جميع الاحماض الامينية الأساسية وقابلية هضمها العالية والمعادن والفيتامينات المختلفة والفوسفولبيدات والكاروتينات ذات الصفات المضادة للأكسدة ومركبات أخرى نشطة حيويا (Benedé and Molina 2020). يمتلك بياض البيض مجموعة متنوعة من الوظائف الصحية، مثل زيادة كتلة العضلات وقوتها، وانخفاض الكوليسترول و الدهون، بسبب المحتوى العالي من البروتين . اذ لوحظ ان إعطاء النساء فوق سن 50 بياض بيض يوميا مع التدريب و اللياقة البدنية مرتين في الأسبوع، زيادة في وزن العضلات (Matsuoka and Sugano ,2022) اذ تعد بروتينات Lysozime ، Ovomucoid، Ovoinhibitor، و Cystatin من البروتينات النشطة حيويا في بياض البيض ونشاطها يطيل من العمر الخزني الافتراضي لبيض المائدة (Miranda *et al.*,2015). يستعمل بياض البيض على نطاق واسع في العديد من المنتجات الغذائية واستعماله لا يقتصر على كونه مادة مغذية فقط بل يستعمل لخصائصه الحسية والوظيفية المتعددة منها الرغوة، الاستحلاب، التهلم و الذوبانية وغيرها (Hidas *et al.*,2021) ، وهو عنصر شائع في صناعة الكيك والحلويات لامتلاكه خصائص رغوة ممتازة (Duan *et al.*,2017) .

ان الخصائص الوظيفية للبروتينات يمكن تحسينها بشكل كبير عن طريق التحوير الهيكلي للبروتين وقد استعملت طرق متعددة منها الموجات فوق الصوتية ultrasound والطرق الانزيمية ،ان المعاملة بالموجات فوق الصوتية هي تقنية غير حرارية تستعمل على نطاق واسع في صناعة الأغذية خاصة تطبيقاتها على بروتينات الغذاء (Zhang *et al.*, 2020) . تقنية الموجات الفوق الصوتية تكون اما أحادية التردد أو متعددة الترددات، تعمل الموجات فوق الصوتية على البروتينات، وتتم من خلال تكوين فقاعات بخار صغيرة داخل وسط سائل ناتج عن انخفاض مفاجئ في الضغط (Li *et al.*, 2016)، عندما تنهار الفقاعات ينتج عنها جذور حرة تفاعلية تساهم في عملية التحوير Rahman *et al.*,2020;Basto *et al.*,2007). بينت العديد من الدراسات ان المعاملة بالموجات فوق الصوتية تؤثر على بنية ووظائف البروتينات الغذائية مثل بروتين الكلوتين ، بروتين الرز و بروتينات بياض البيض (Jun *et al.*, 2020)

يشير مصطلح "تحوير البروتين" إلى عملية تغيير التركيب الجزيئي أو المجاميع الكيميائية للبروتينات بطريقة خاصة بهدف تحسين وظائفها ونشاطها الحيوي، مما يوفر التحوير فرصة لجعلها مكونات متعددة الوظائف في النظام الغذائي عن طريق تغيير خصائصها الفيزيائية والكيميائية (Nasrabadi *et al.*, 2021).

يعد تخصص الإنزيم عاملاً مهما يؤثر في عملية التحلل المائي للبروتينات وعلى نوع وحجم وعدد الببتيدات الناتجة من التحلل ، معتمدا على درجة التحلل المائي للبروتين، اذ يتم تحطيم البنية الكروية للبروتين وتصبح المجموعات الكارهة للماء مكشوفة لاحظ Gharbi and Labbafi (2018) ان التحلل المائي الأنزيمي الجزئي يمكن ان يؤدي إلى تحسين خصائص الرغوة اذ يعمل على تقليل الوزن الجزيئي وزيادة قابلية الذوبان وتعرض المجاميع الكارهة للماء للسطح وتعمل هذه التغييرات على تعزيز امتزاز المتحللات إلى السطح.

الهدف من الدراسة : استعمال طرائق مختلفة(الموجات فوق الصوتية والانزيمية) في تحوير بروتينات بياض البيض ومعرفة درجة تأثير هذه الطرائق في تحسين الخصائص الوظيفية لبروتينات بياض البيض.

2-طرائق العمل :Materials and Methods

1-المواد الأولية :

2-1- بيض الدجاج Chicken eggs

تم الحصول على البيض الاحمر الطازج من حقول دواجن الرميلة في سفوان/ محافظة البصرة

2-2- الانزيمات :Enzymes

استعملت الانزيمات المجهزة من شركة Sigma، انزيم papain بفعالية نوعية 600 ≤ وحدة/غم , E.C 3.4.22.2 وانزيم pepsin بفعالية نوعية 3000 ≤ وحدة/غم E.C3.4.23.1 و انزيم pancreatin بفعالية نوعية E.C 232-468-9 .

2- تحضير البيض Egg Preparation

غسل البيض بالماء جيداً، كسر و فصل البياض عن الصفار يدوياً، جنس ببطيء للتخلص من التكتلات ولمنع تكون الرغوة

3- تقدير المحتوى الكيميائي Estimation of Chemical content

قدر المحتوى الكيميائي من رطوبة وبروتين ورماد وفق الطريقة المذكورة في (A.A.C.C., 2002) اما نسبة الدهن فقدرت بإتباع طريقة (1959) Bligh .

4-التحوير بالموجات فوق الصوتية Ultrasound Modification

استعملت طريقة Nazari *et al.* (2018) لمعاملة بياض البيض بجهاز Ultrasound بتردد 240 Volt مع بعض التحوير ، تم صوتنه بياض البيض مدة (1 ، 5 ، 10 ، 15 ، 20 ، 30 دقيقة) ، وضع بياض البيض في حمام ثلجي داخل جهاز Utrasound ، بعد الانتهاء من المعاملة رفعت العينات من الجهاز وتم تجميدها لإجراء عملية التجفيد .

5-التحوير بالانزيمات Modification with enzymes

حورت بروتينات بياض البيض بإتباع طريقة Johny *et al.* (2021) ، استعمل 100 مل من المحلول البروتيني لبياض البيض المحضر بنسبة 1:1 (بياض / ماء) ، حددت الظروف المثلى لعمل كل انزيم كما موضح بالجدول (3) ، اضيف الانزيم بنسبة 0.1 % بعد اذابته بقليل من الماء القطر، أجري التحلل مدة 5 ، 10 ، 30 ، 60 ، 90 ، 120 دقيقة حددت خلالها درجة التحلل وبعد انتهاء وقت التحلل ثبط الانزيم بدرجة 90 م° مدة 10 دقائق ، اجري الطرد المركزي بسرعة 3000 دورة / دقيقة مدة 10 دقائق ، فصل العالق وخزن بالتجميد – 18 م° لإجراء عملية التجفيد .

جدول (1) الظروف المثلى لعمل الانزيمات

الانزيم	درجة الحرارة المثلى	pH المناسب لعمل الانزيم	المصدر
Pepsin	37 م°	2 – 3	Shobar *et al.* (2023)
Papain	50 – 40 م°	7 – 6	Damrongsakkul *et al.* (2008)

6- قياس درجة التحلل Measuring the degree of hydrolysis

قدرت درجة التحلل للمتحللات البروتينية بحساب نسبة البروتين الذائب في 12 % (TCA) Tri chloroacitic acid والنسبة المئوية للبروتين الكلي في العينة، استعملت المعادلة الاتية في حساب درجة التحلل Hoyle and Merrit, (Dasilva *et al.* , 2018 ; 1994) :

$$\text{درجة التحلل \%} = \frac{\text{البروتين الذائب في } 12\% \; TCA}{\text{البروتين الكلي في العينة}} \times 100$$

7- الخصائص الوظيفية Functional properties

7-1- الرغوة Foaming

قدرت سعة الرغوة واستقرارها لمسحوق بياض البيض المحور بإتباع طريقة Jin *et al.* (2013) ، حضرت التراكيز 1 % و 2 % ، خلطت بإستعمال الخلاط الكهربائي مدة 2،1 ، 3 ، 4 و 5 دقائق في اسطوانة مدرجة على سرعة دوران (7 دورة /الدقيقة) كان ارتفاع الرغوة عند 3 دقائق مقارب 4 و5 دقائق واعطى التركيز 2% افضل رغوة، لذلك تم التثبيت على وقت 3 دقائق للخلط وتركيز 2% ، سجلت سعة الرغوة واستقرارها عند 0 ، 10، 30 ، 60 ، 90 ، 120 ، 150 ، 180 ، 210 و 240 دقيقة حسبت الرغوة وفق المعادلة الاتية :

سعة الرغوة % = B – A / B × 100

حيث A = حجم الرغوة بعد الخفق

B = حجم الرغوة قبل الخفق

حسب ثبات الرغوة حسب المعادلة Cano-Medina *et al.*(2011) :

$$\text{ثبات الرغوة \%} = \frac{\text{حجم الرغوة المتبقية}}{\text{حجم الرغوة الكلية}} \times 100$$

7-2 – الذوبانية Solubility

حددت قابلية ذوبان بروتينات بياض البيض المحورة حسب الطريقة الموضحة من قبل Xu *et al.* (2018) ، وزن 0.25 غم من بروتين بياض البيض وأضيف اليه 2.25 مل محلول داريء الفوسفات تركيزه 0.05 مولاري برقم هيدروجين 7.4 ، جنس الخليط مدة دقيقتين وعرض للطرد المركزي بسرعة 3000 دورة/دقيقة مدة 10 دقائق ، قيس

تركيز البروتين في المادة الطافية بطريقة البيوريت باستعمال Kit Burit قدرت الذوبانية حسب المعادلة الاتية :

$$\text{ذوبانية البروتين \%} = \frac{\text{البروتين في الجزء الطافي(ملغ} \times 100}{\text{البروتين الكلي (غم)}}$$

3-7 -ربط الدهن Fat binding

استعملت طريقة Prosekov *et al.* (2018) لتحديد القدرة على ربط الزيت ، اضيف 5 مل من زيت زهرة الشمس الى 500 ملغم من العينة، خلطت مدة 30 ثانية بالـ Vortex ، اجري الطرد المركزي عند 3000 دورة / دقيقة مدة 30 دقيقة ، قيس حجم الجزء الطافي، قدرت قابلية البروتين على ربط الزيت وفق المعادلة الاتية . (Cho *et al* :2004)

كمية الزيت المرتبطة (مل/غم) =كمية الزيت الكلية (مل) – كمية الزيت في الأسطوانة المدرجة بعد الفصل(مل)

8- التحليل الاحصائي

استعمل التصميم العشوائي الكامل وتجربة عامليه ذات العاملين وثلاث عوامل وتم تحليل النتائج احصائيا باستعمال البرنامج الاحصائي SPSS(2012)، اختبرت هذه العوامل باستعمال اقل فرق معنوي LSD عند مستوى احتمالية $p \leq$ (0.05)

3- النتائج والمناقشة

3-1- المحتوى الكيميائي لبياض البيض Chemical content of egg whites

توضح نتائج جدول (1) المحتوى الكيميائي لبروتينات بياض بيض الدجاج ، اذ وجد ان النسبة المئوية للرطوبة والبروتين والدهن والرماد كانت 88.05% ، 10.15 % ، 0.03 % و 0.56 %على التوالي ، لوحظ انخفاض نسبة الرطوبة 86.49% و تقارب نسبة البروتين 10.96 % وانخفاضا في نسبة الرماد 0.26 % عما وجده Anggita *et al.*(2023) ، كما توافقت النتائج مع Senbeta *et al* .(2015) في نسبة الدهن 0.03 % وتقارب في نسبة الرطوبة 89.46% وكانت نسب الرماد 0.47% والبروتين 9.69% اقل من الدراسة الحالية، بينما اتفقت النتائج مع Kusum *et al.*(2018) في نسب الرطوبة 88% وارتفاع في نسب البروتين 11 % والدهن 0.2 % والرماد 0.8 % على التوالي، ان الاختلاف في نسب المحتوى الكيميائي لبياض البيض قد يعود الى النظام الغذائي وعمر الحيوان والموسم والصفات الوراثية وعوامل أخرى.

جدول (1) المحتوى الكيميائي لبروتينات بياض بيض الدجاج

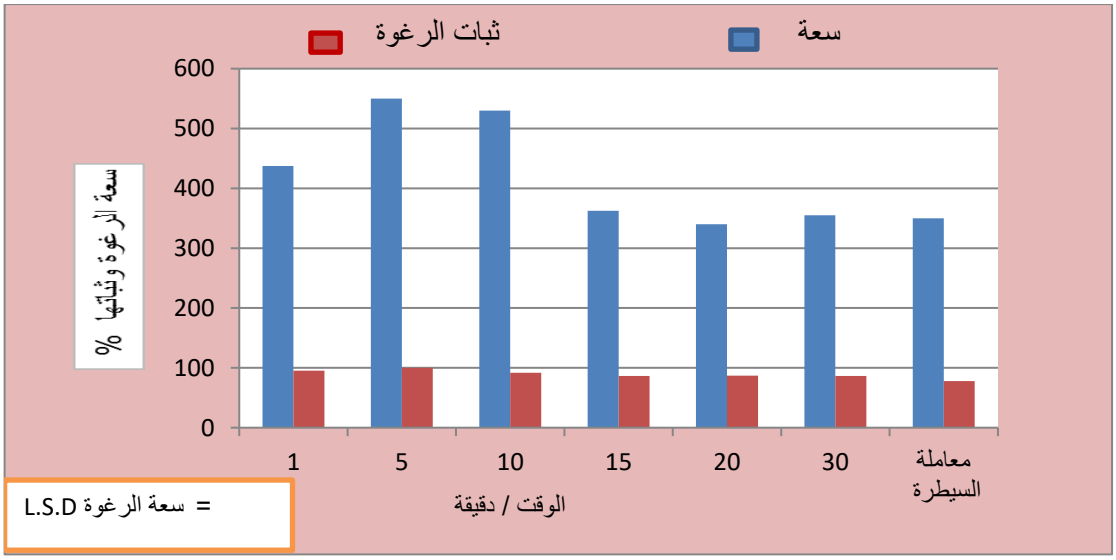
المكونات	%
الرطوبة	88.05
الرماد	0.56
الدهن	0.03
البروتين	10.15

3-2- التحوير بالموجات فوق الصوتية

3-2-1 سعة الرغوة وثباتها Foam capacity and stability

يتضح من نتائج الشكل (1) ان سعة الرغوة وثباتها لبروتينات بياض البيض المحور بالموجات فوق الصوتية ضمن المدد الزمنية 1 ، 5 ، 10 ، 15 ، 20 ، 30 دقيقة تأثرت معنويا ($P \leq 0.05$) اذ ظهرت فروقا معنوية بين المعاملات ، فكانت اعلى سعة للرغوة 550% عند 5 دقائق التي اخذت بالانخفاض التدريجي عند زيادة مدة المعاملة، اذ سجلت 355% عند 30 دقيقة بينما سجلت معاملة السيطرة سعة رغوة 350% . كما أظهرت نتائج التحليل الاحصائي فروقاً معنوية ($P \leq 0.05$) في قيم ثبات الرغوة للمدد الزمنية 1 ، 5 ، 10 دقيقة ، فكان اعلى ثبات للرغوة 100% عند 5 دقائق ، ولم تلاحظ فروقا معنوية في قيم ثبات الرغوة عند 15 ، 20 ، 30 دقيقة اذ تراوحت القيم بين 86.36% - 87.03% اما معاملة السيطرة. فقد اظهرت ثبات للرغوة 77.78%وهو اقل قياسا بالمعاملة بالموجات فوق الصوتية للمدد الزمنية المختلفة

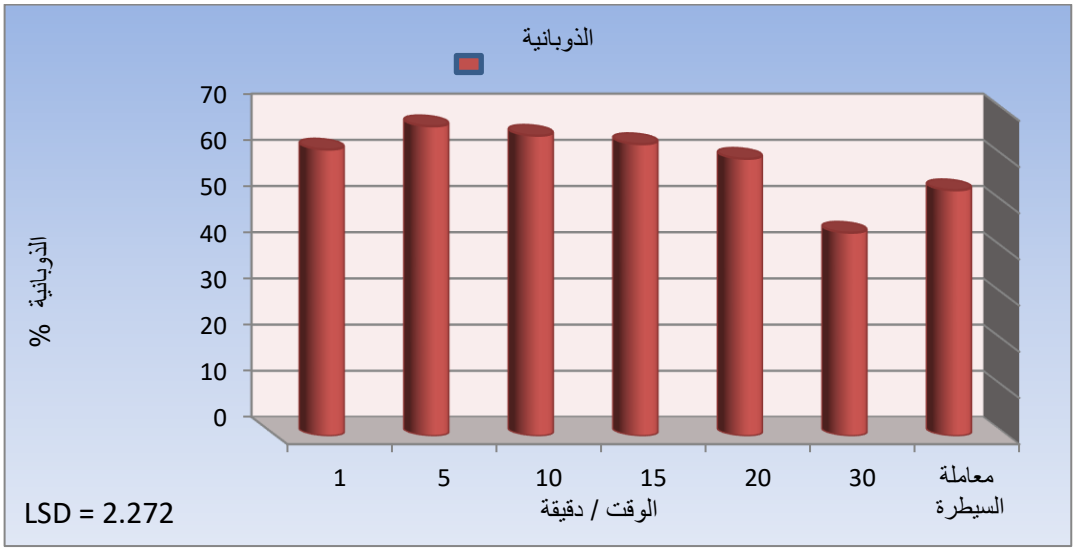
استعمل Nazari *et al* .(2018) الموجات فوق الصوتية لتحسين سعة الرغوة وثباتها لبروتين الدخن ولاحظ تحسن في سعة الرغوة وثباتها ضمن اوقات زمنية مختلفة واوعز السبب في ذلك الى زيادة التعرض للمجاميع الكارهه للماء بسبب تكشف جزيئات البروتين عند المعاملة بالموجات فوق الصوتية . تمكن Amiri *et al* .(2018) من تحسين خصائص الرغوة وثباتها بعد المعاملة بالموجات فوق الصوتية لبروتينات الليفات في لحم البقر ، وبينوا ان خاصية الرغوة تعتمد على حجم الجسيمات والمجاميع الكارهه على السطح البيني للهواء والسائل ، ولذلك يجب ان تتوفر في الجزيئات مناطق كارهه للماء لكي يتم امتصاصها في السطح بين الهواء والماء ، وبينوا ان الزيادة في المجاميع الكارهه للماء يؤدي الى تحسين خصائص الرغوة ، ولذلك فان المعاملة بالموجات فوق الصوتية تتسبب في فتح سلاسل البروتين وجعل المجاميع الكارهه للماء على السطح مما يعمل على زيادة التفاعلات على سطح الهواء – الماء ، وهذا يعمل على زيادة سعة الرغوة وثباتها كما ان لصغر حجم جسيمات البروتين وزيادة المساحة السطحية ادى الى تعزيز خصائص الرغوة.



شكل (1) تأثير المعاملة بالموجات فوق الصوتية في سعة الرغوة وثبات الرغوة لبروتينات بياض البيض

3-2- 2 الذوبانية Solubility

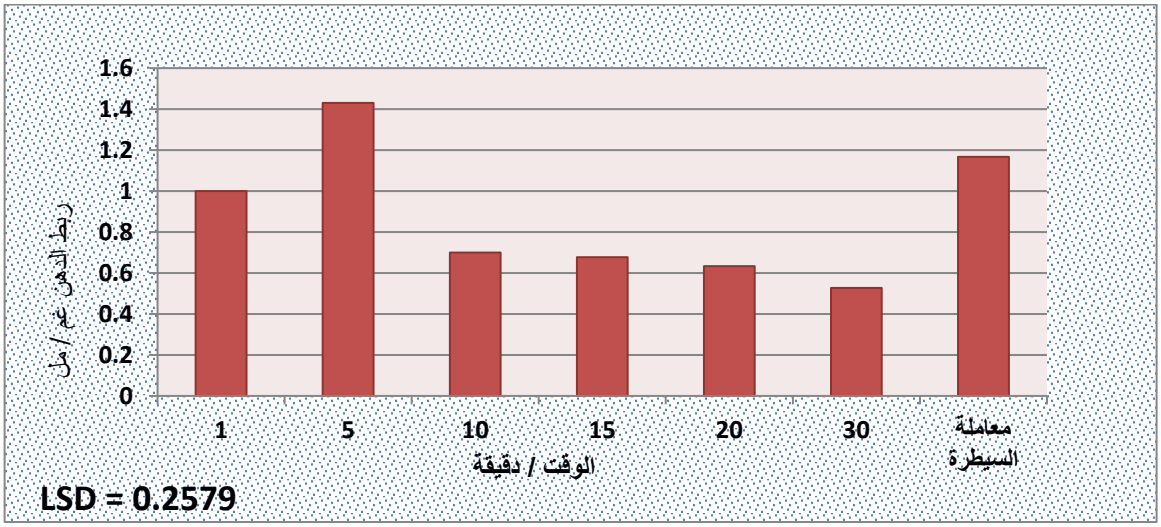
تشير النتائج في الشكل (2) تفوق معاملة تحوير بروتينات بياض البيض بالموجات فوق الصوتية عند 5 دقائق في تسجيل اعلى قابلية ذوبان بلغت 67.03% التي لم تختلف معنويا في قابلية الذوبان مع معاملة التحوير بالموجات فوق الصوتية مدة 1، 10،15،20 دقيقة على التوالي واظهرت المعاملة 30 دقيقة فارق معنوي ($P\leq0.05$) عن باقي المعاملات لتعطي اقل قابلية ذوبان 44% اذ لوحظ انخفاضا في قابلية الذوبان بزيادة مدة المعاملة بينما سجلت معاملة السيطرة قابلية ذوبان 53.19%. لاحظ Nazari *et al.*(2018) تاثير المعاملة بالموجات فوق الصوتية ضمن مدد مختلفة على قابلية ذوبان بروتين الدخن اذ حسنت المعاملة من قابلية الذوبان ضمن المدد المستعملة بالمقارنة مع معاملة السيطرة ، واوضح ان زيادة مدة المعاملة تؤدي الى خفض قابلية الذوبان وارجع السبب في ذلك الى تعرض المجاميع المحبة للماء من الاحماض الامينية بإتجاه الماء ، ويرجع ايضا الى كسر الاواصر الهيدروجينية والروابط الكارهه للماء وهذا يؤدي الى تقليل الوزن الجزيئي للبروتين وبالتالي زيادة في التفاعل بين الماء والبروتين .



الشكل (2) تأثير المعاملة بالموجات فوق الصوتية في ذوبانية بروتينات بياض البيض

3-2-3 ربط الدهن Fat binding

يظهر الشكل (3) تأثير معاملة التحوير بالموجات فوق الصوتية على قابلية ربط الدهن لبروتينات بياض البيض ضمن مدد زمنية مختلفة ، اذ لوحظ من نتائج التحليل من نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) بين المعاملة مدة 5 دقائق والمدد الزمنية الاخرى التي تفوقت في قابلية ربط الدهن فكانت 1.430 غم/مل تليها المعاملة عند 1 دقيقة بلغت 1 غم/مل بينما لم تظهر المعاملة بالمدد الزمنية 10 ، 15 ، 20 ، 30 دقيقة فروقا معنوية فيما بينها في قابلية ربطها للدهن فكانت ادنى قابلية لربط الدهن 0.527 غم/مل عند 30 دقيقة من المعاملة فضلا عن معاملة السيطرة التي سجلت قابلية لربط الدهن 1.167 غم/مل . تقاربت النتائج مع Narale *et al* .(2024) من حيث تاثير المعاملة بالموجات فوق الصوتية على الخواص الوظيفية ومنها ربط الدهن لبروتين الفاصوليا الحقلية ولوحظ تحسن في خاصية ربط الدهن بعد المعاملة بالموجات فوق الصوتية مدة 15 دقيقة واعزوا ذلك الى تعرض المجاميع الكارهه للماء للسطح وهذا يساعد في التفاعل بين الدهن والسطح الكارهه للماء ، كما لوحظ انخفاض في خاصية ربط الدهن مع زيادة وقت المعاملة بالموجات فوق الصوتية .

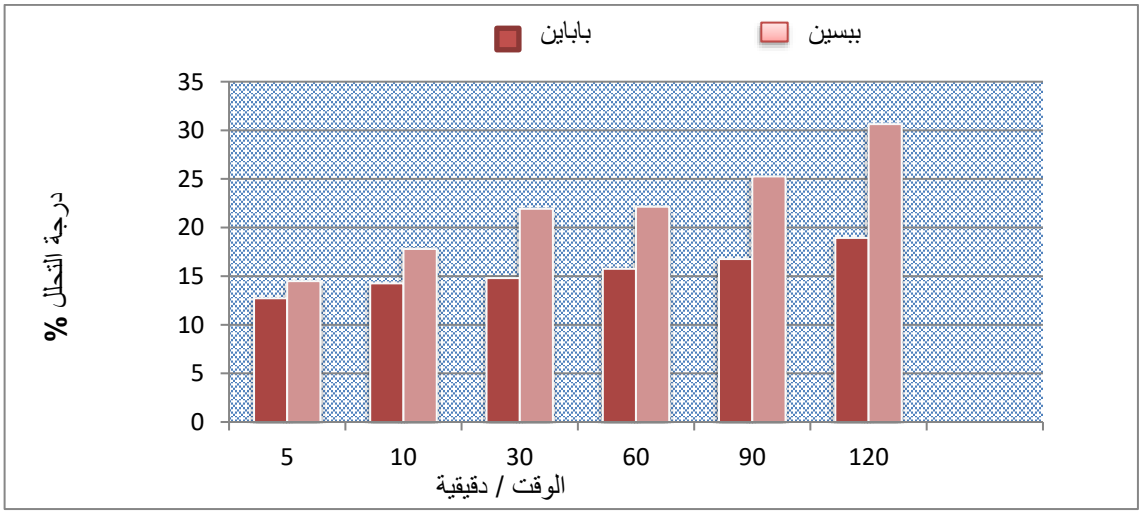


شكل (3) تأثير المعاملة بالموجات فوق الصوتية في ربط الدهن لبروتينات بياض البيض

3-3- التحوير بالانزيمات

3-3-1 درجة التحلل

تبين نتائج الشكل (4) درجات التحلل البروتيني لبروتينات بياض البيض المحورة بإنزيمي pepsin و papain ، ان درجة التحلل البروتيني لبروتينات بياض البيض عند 5 دقائق كانت اعلى عند استعمال إنزيم pepsin بلغت 14.48% مقارنة بإنزيم papain الذي سجل درجة تحلل 12.7% وبتقدم مدة التحلل حصلت زيادة تدريجية في درجة التحلل لتصل الى 30.63% و 18.93% لانزيم pepsin و papain على التوالي عند 120 دقيقة من التحلل. تقاربت النتائج مع Johny *et al.*(2021) الذي درسوا درجة التحلل الانزيمي لبروتينات بياض البيض ، واعزى السبب في الاختلاف في درجة التحلل قد يعود طبيعة عمل الانزيم المستعمل في التحلل والى الرقم الهيدروجيني الأمثل لعمل الانزيمات اذ تتأثر ذوبانية البروتينات بالرقم الهيدروجيني ومن ثم درجة التحلل.



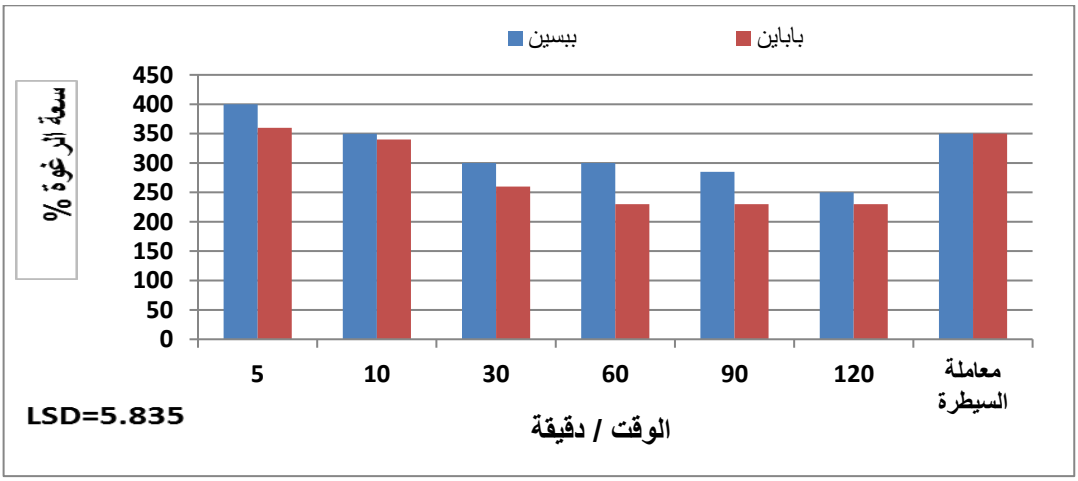
شكل (4) درجة التحلل البروتيني لبروتينات بياض البيض بانزيمي الببسين والبابين

3-3-2 سعة الرغوة وثباتها Foam capacity and stability

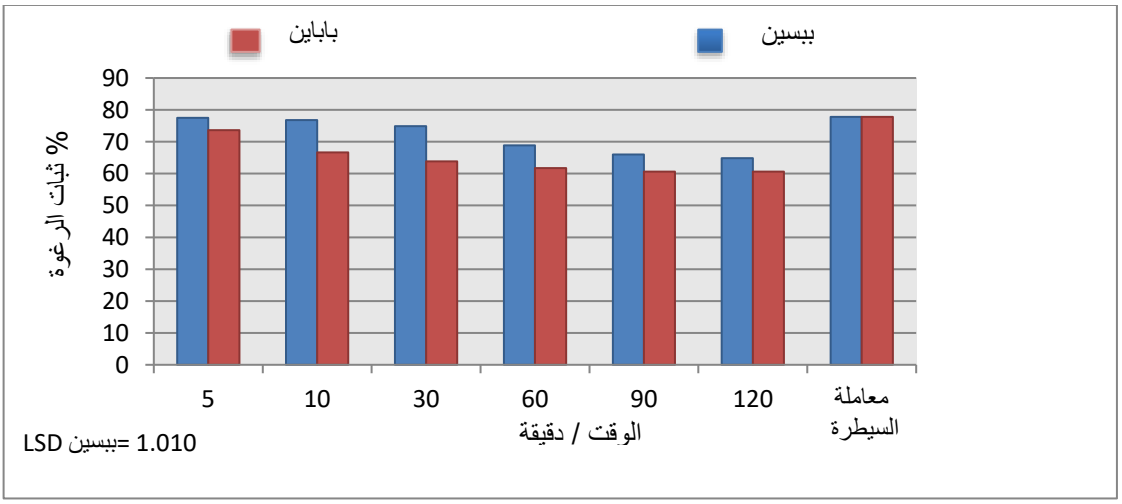
يبين الشكل (5) سعة الرغوة لبروتينات بياض البيض المحورة بإنزيمي pepsin و papain ضمن مدد زمنية محددة ، اذ يلاحظ من نتائج التحليل الاحصائي وجود فرق معنوي ($p \leq 0.05$) في سعة الرغوة للمتحللين الانزيمين ضمن المدد

الزمنية المختلفة وخاصة عند 5 دقائق اذ اظهرت اعلى سعة للرغوة 360 ، 400 % للمتحللين الانزيمين papain و pepsin على التوالي اذ اثرت مدة التحلل في سعة الرغوة التي انخفضت تدريجيا لتصل الى 230 ، 250 % عند 120 دقيقة لكلا الانزيميين على التوالي، وهي اقل قياسا بسعة الرغوة لمعاملة السيطرة 350% .

يوضح الشكل (6) ثبات الرغوة للمتحللين الانزيمين ضمن المدد المذكورة اذ لوحظ ان مدة التحلل 5 دقائق للمتحلل الانزيمي papain وجود فرق معنوي ($p\leq0.05$) بينها وبين المدد الزمنية الاخرى اذ سجلت 73.61 % والتي اظهرت انخفاضها عن معاملة السيطرة التي سجلت 77.78% ، كما اظهرت نتائج التحليل للمتحلل papain عدم وجود فرق معنوي بين المدد الزمنية 60 ، 90 و 120دقيقة التي سجلت 61.74 ، 60.60 ، 60.61 على التوالي ، اما المتحلل pepsin فقد اظهرت المدة الزمنية 5 دقائق التي سجلت 77.51% عدم وجود فارق معنوي بينها وبين المدة 10 دقائق التي سجلت 76.78% وكذلك بين معاملة السيطرة التي بلغت 77.78% ،ووصلت قيمة ثبات الرغوة الى 64.83% عند 120 دقيقة التي سجلت انخفاضها عن معاملة السيطرة التي سجلت 77.78%. تقاربت النتائج Yuceer (2020) الذي درس تأثير المعاملة بانزيم phospholipase A2 على خصائص الرغوة لبياض البيض اذ لاحظ تحسن في خصائص الرغوة ، وارجع Gharbi and Labbafi (2019) السبب في تحسين خصائص الرغوة الى ان التحلل المائي الانزيمي يؤدي الى تقليل الوزن الجزيئي والتعرض للمجاميع الكارهه للماء وزيادة قابلية الذوبان وبالتالي تحسين خصائص الرغوة .



شكل (5) تأثير المعاملة بالانزيمات لمدد زمنية مختلفة على سعة الرغوة لبروتينات بياض البيض

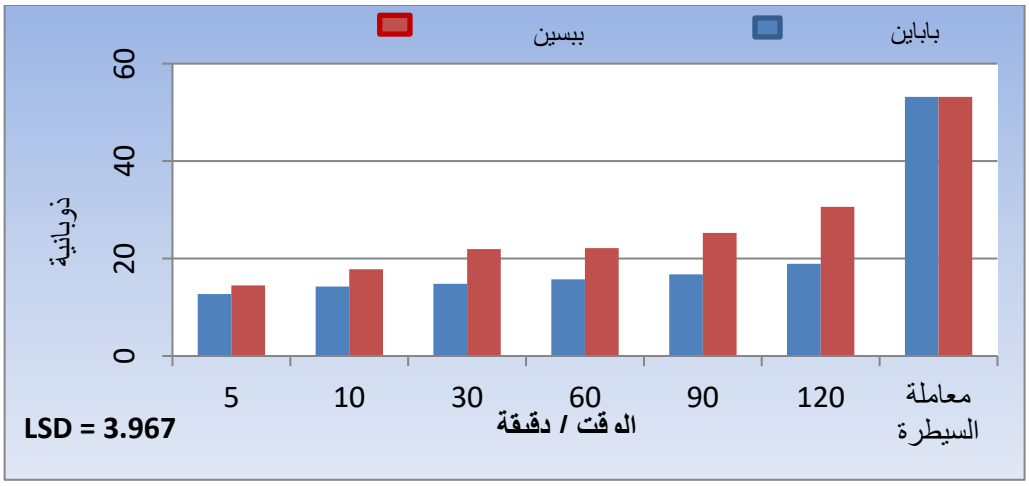


شكل (6) تأثير المعاملة بالانزيمات لمدد زمنية مختلفة على ثبات الرغوة لبروتينات بياض البيض

3-3-3 الذوبانية solubility

يبين الشكل (7) تاثير التحوير بانزيمي Pepsin و Papain ضمن المدد الزمنية 5 ، 10 ، 30 ، 60 ، 90 ، 120 دقيقة على قابلية ذوبان بروتينات بياض البيض اذ لوحظ من التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية في قابلية الذوبان للبروتينات المحللة بانزيم Pepsin بين المدة 5 ، 10 دقائق فيما اختلف معنويا في قابلية الذوبان مع مدد التحلل الاخرى ، كما لم تظهر فروقا معنوية في قابلية الذوبان بين مدد التحلل 30 ، 60 ، 90 دقيقة . كما بين ايضا التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية في قابلية الذوبان للبروتينات المحللة بانزيم Papain بين جميع المدد، وتوجد فروق معنوية بين المدد المختلفة ومعاملة السيطرة

درس Cui *et al* .(2021) تعريض بروتينات الحليب للتحلل الانزيمي ودراسة تاثيره على خاصية ذوبان البروتين ولاحظ زيادة قابلية تحلل البروتين بعد التحلل الانزيمي ، وكان لعينة السيطرة الغير معاملة قابلية ذوبان اقل على العكس من معاملة بروتينات بياض البيض اذ كانت معاملة السيطرة اعلى من المعاملات الانزيمية ، وارجع السبب في زيادة قابلية الذوبان لبروتين الحليب الى مادة الكازين الاكثر حساسية للانزيم فضلا عن ذلك يقل التفاعل بين البروتينات بعد التحلل المائي وهذا يسبب زيادة في قابلية الذوبان . كما درس Jasim and Nasser (2023) تاثير التحوير الكيميائي بالتآزر مع التحوير بالانزيمات على قابلية ذوبان كلوتين القمح ولاحظ ان استعمال انزيم Papain مع العامل المختزل سجل درجات تحلل مقاربة للمعاملة الانزيمية لبروتينات بياض البيض ، وارجع السبب في ذلك الى دور التحلل الانزيمي الى زيادة عدد الاحماض الامينية مع تقدم عملية التحلل وهذا بدوره يعمل على زيادة نشاط مضادات الاكسدة .

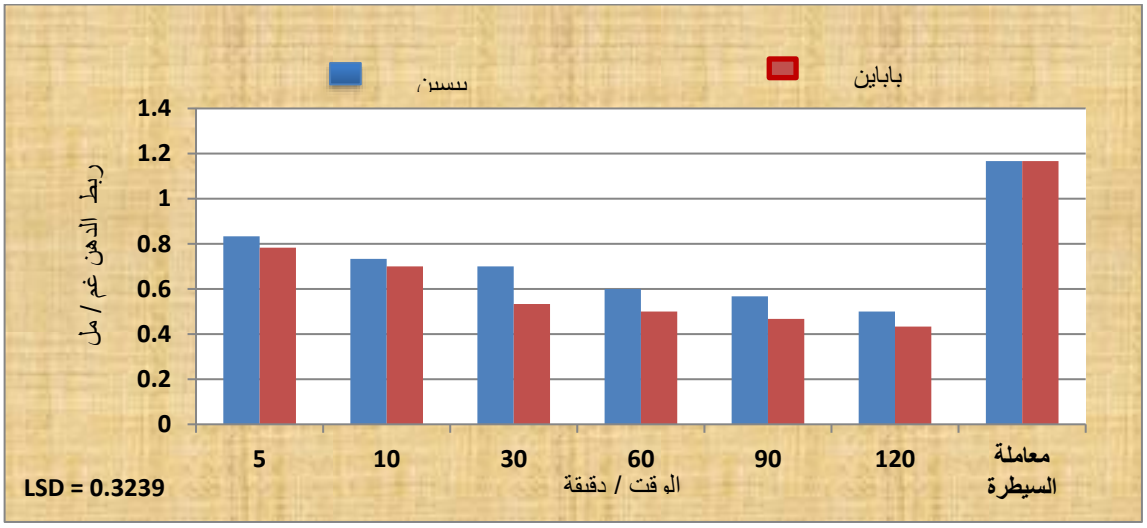


شكل (7) تأثير المعاملة بالانزيمات لمدد زمنية مختلفة على قابلية الذوبان لبروتينات بياض البيض.

3-3-4-ربط الدهن Fat binding

اشارت نتائج قابلية المتحللين المحضرين بأنزيمي pipsin و papain على ربط الدهن في الشكل (8) الى عدم وجود فروق معنوية في قابلية ربط الدهن بين مدد التحلل المختلفة لكلا الانزيمين ، اذ اظهرت معاملة السيطرة اعلى قيمة لربط الدهن بلغت 1.167 مل/غم ، بينما تقاربت قيم ربط الدهن 0.833 ، 0.783 مل /غم لكلا المتحللين الانزيميين pepsin و papain على التوالي عند 5 دقائق من التحلل ، لتنخفض هذه القيم الى 0.500 ، 0.433 مل/غم عند 120 دقيقة . لم تتفق النتائج مع Shen *et al.*(2022) الذيين درسوا تحسين قابلية ربط الدهن لبروتين البازلاء بإستعمال الانزيمات لوحظ ان القدرة على ربط الدهن للبروتين المحور لم تختلف عن معاملة السيطرة واوضحوا ان السبب قد يعود الى المجاميع الكارهه للماء الموجودة على السطح ، وبسبب حدوث تغير في هيكل البروتين وتكشفه وهذا سبب في

تحسين خاصية ربط الدهن . كما اوضح Jasim and Nasser 2023 ان معاملة البروتين بالانزيم يؤدي الى تكسر الروابط الببتيدية وهذا يؤثر بصورة سلبية على قابلية ربط الدهن .



شكل (8) تأثير المعاملة بالانزيمات لمدد زمنية مختلفة على قابلية ربط الدهن لبروتينات بياض البيض

References:

1. **AACC; American Association of Cereal Chemists.(2002).** Approved Methods of the AACC. 10th edn., American association of cereal chemists, st., paul, minnesota, USA.
2. **Amiri, A.; Sharifian, P. and Soltanizadeh, N. (2018).** Application of ultrasound treatment for improving the physicochemical, functional and rheological properties of myofibrillar proteins. *International journal of biological macromolecules,* 111, 139-147.
3. **Anggita, A. D.; Wahyuni, E., and Maharani, D. (2023, October).** The quality and chemical composition of eggs derived from kampung unggul balitbangtan (KUB) crossed with merawang and murung panggang local chickens. In 7th International Conference on Food, Agriculture, and Natural Resources (IC-FANRES 2022) (pp. 58-70). Atlantis Press.
4. **Basto, C.; Silva,J. C.; Gübitz, G. and Cavaco-Paulo, A.(2007).** Stability and decolourization ability of Trametes villosa laccase in liquid ultrasonic fields. *Ultrason Sonochem*, 14 (3), 355-362.
5. **Benedé, S and Molina, E .(2020)** Chicken egg proteins and derived peptides with antioxidant properties. *Foods*, 9, 735. doi:10.3390/foods9060735.
6. **Bligh, E. G. and Dyer, W.J. (1959).** A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8): 911-917.
7. **Cameron.(2020).** Effect of temperature-relative humidity on the physicochemical and functional properties of powdered egg white protein. A Thesis presented to The University of Guelph in Food Science.
8. **Cano-Medina, A.; Jiménez-Islas, H.; Dendooven, L.; Herrera, R. P.; González-Alatorre, G. and Escamilla-Silva, E. M. (2011).** Emulsifying and foaming capacity

and emulsion and foam stability of sesame protein concentrates. *Food Research International*, 44(3): 684-692.

9. **Cho,S.M.;Kwak,K.S.;Park,D.C.;Gu,Y.S.;Ji,C.I.;Jang,D.H.;Lee,Y.B and Kim,S.B.(2004).**Processing optimization and functional properties of gelatin from shark (Isurus oxyrinchus)cartilage Food Hydrocoll, 18:573-579.
10. **Cui, Q.; Sun, Y.; Zhou, Z.; Cheng, J. and Guo, M. (2021).** Effects of enzymatic hydrolysis on physicochemical properties and solubility and bitterness of milk protein hydrolysates. *Foods*, 10(10): 2462.
11. **Damrongsakkul, S.; Ratanathammapan, K.; Komolpis, K. and Tanthapanichakoon, W. (2008).** Enzymatic hydrolysis of rawhide using papain and neutrase. *Journal of industrial and Engineering Chemistry*, 14(2): 202-206.
12. **DaSilva,J.D.F.;Correa,A.P.F.;Kechinski,C.P.and Brandelli,A.(2018).**Buffalo cheese whey hydrolyzed with Alcalase as an antibrowning agent in minimally processed apple . *Journal of Food Science and Technology*,55(9):3731 – 3738 .
13. **Duan, X.; Li, J.; Zhang, Q.; Zhao, T.; Li, M.; Xu, X. and Liu, X. (2017).** Effect of a multiple freeze–thaw process on structural and foaming properties of individual egg white proteins. *Food Chemistry*, 228: 243–248.
14. **Gharbi,N and Labbafi,M.(2018).** Influence of treatment induced modification of egg white proteins on foaming 1 properties. *Food Hydrocolloids,* doi: 10.1016/ j.foodhyd.2018.11.060.
15. **Hidas, K. I.;N_emeth, C.; Visy, A.; T_oth, A.; Friedrich, L. F. and Nyulas-Zeke, I. C. (2021).** Comparison of different thawing methods effect on the calorimetric and rheological properties of frozen liquid egg yolk. *Progress in Agricultural Engineering Sciences Progress*, 16(S2): 37–44. https://doi.org/10.1556/446. 2020.20005.
16. **Hoyle,N.T.and Merritt,J.H.(1994).**Quality of fish protein hydrolysates from herring (Clupea harengus).*Journal of Food Science*,59(1):76-79. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.005.
17. **Jasim, A. S. and Nasser, J. M. (2023).** The functional properties of chemically and enzymatically modified wheat gluten. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 54(5): 1279-1291
18. **Jin, Y.; Huang, D.; Ding, T.; Ma, M. and OH, D. (2013).** Effect of phospholipase A1 on the physicochemical and functional properties of hen's egg yolk, plasma and granules. *Journal of Food Biochemistry*, 37: 70–79.
19. **Johny, L. C.; Kudre, T. G. and Suresh, P. V. (2021).** Production of egg white hydrolysate by digestion with pineapple bromelain: Optimization, evaluation and antioxidant activity study. *Journal of Food Science and Technology*, 1-12.

20. **Jun, S.; Yaoyao, M.; Hui, J.; Obadi, M.; Zhongwei, C. and Bin, X. (2020).**Effects of single- and dual-frequency ultrasound on the functionality of egg white protein. *Journal of Food Engineering,* 277, Article
21. **Kusum, M.; Verma, R. C.; Renu, M.; Jain, H. K. and Deepak, S. (2018).** A review: Chemical composition and utilization of egg. Int. J. Chem. Stud, 6: 3186-3189.
22. **Kusum, M.; Verma, R. C.; Renu, M.; Jain, H. K. and Deepak, S. (2018).** A review: Chemical composition and utilization of egg. Int. J. Chem. Stud, 6: 3186-3189.
23. **Li, S.; Yang, X.; Zhang, Y.; Ma, H.; Liang, Q.; Qu, W.; He, R.; Zhou, C. and Mahunu, G. K. (2016).** Effects of ultrasound and ultrasound assisted alkaline pretreatments on the enzymolysis and structuralcharacteristics of rice protein. *Ultrasonics Sonochemistry*, 31: 20–28.
24. **Matsuoka, R. and Sugano, M. (2022).** Health Functions of Egg Protein. *Foods,* 11(15): 2309.
25. **Miranda, M, J.; Anton, X.; Redondo-Valbuena,C.;Roca-Saavedra, P.; Rodriguez, A, J.; Lamas, A.; Franco, M .C. and Cepeda, A.(2015).** Egg and Egg-Derived Foods: Effects on Human Health and Use as Functional Foods. *Nutrients*, 7: 706-729.
26. **Narale, B. A.; Mounika, A. and Shanmugam, A. (2024).** Modifications of physicochemical, functional, structural, and nutritional properties of a field bean protein isolate obtained using batch and continuous ultrasound systems. Sustainable Food Technology.
27. **Nasrabadi,M.N.;Doost,A.S.andMezzenga,R.(2021).** Modification approaches of plant-based proteins to improve their techno-functionality and use in food products. *Food Hydrocolloids*, 118: 106789.
28. **Nazari, B.; Mohammadifar, M. A.; Shojaee-Aliabadi, S.; Feizollahi, E. and Mirmoghtadaie, L. (2018).** Effect of ultrasound treatments on functional properties and structure of millet protein concentrate. *Ultrasonics Sonochemistry*, 41: 382-388.
29. **Prosekov, A.; Babich, O.; Kriger, O.; Ivanova, S.; Pavsky, V.; Sukhikh, S. and Kashirskih, E. (2018).** Functional properties of the enzyme-modified protein from oat bran. *Food Bioscience*, 24: 46-49.
30. **Rahman, M.M.; Byanju, B.; Grewell, D. and Lamsal,P. B.(2020).** High-power sonication of soy proteins: hydroxyl radicals and their effects on protein structure. *Ultrason Sonochem*, 64, 105019.
31. **Senbeta, E. K.; Zeleke, N. A. and Molla, Y. G. (2015).** Chemical composition and microbial loads of chicken table eggs from retail markets in urban settings of Eastern Ethiopia. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 2(4): 404-409.

32. **Shen, Y.; Hong, S.; Singh, G.; Koppel, K., and Li, Y. (2022).** Improving functional properties of pea protein through "green" modifications using enzymes and polysaccharides. *Food Chemistry*, 385, 132-687.

33. **Shobar, S. R.; Naghdi, S. and Moghadam, A. T. (2023).** Purification and characterization of pepsin enzyme from Scomberomorus commerson mackerel's stomach by aluminum hydroxide, and improved its thermal stability by graphene oxide nanosheet.

34. **Xu, L. ; Zhao, Y. ; Xu, M. ; Yao, Y. ; Nie, X.; Du, H. and Tu, Y. (2018).**Changes in aggregation behavior of raw and cooked salted egg yolks during pickling, *Food Hydrocolloids*, 80 , 68-77.

35. **Yuceer, M. (2020).** Structural and rheological characterization of liquid egg white modified with phospholipase A2 enzyme. Journal of Food Processing and Preservation, 44(6), e14450.

36. **Zhang, Z.; Li, Y.; Lee, M.C.; Ravanfar, R.; Padilla-Zakour, O. I. and Abbaspourrad, A. (2020).** The impact of high-pressure processingon the structure and sensory properties of egg white-whey protein mixture at acidic conditions. *Food Bioprocess and Technology*, 13:**379-389**.