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

تـــدويـــر بروتيـنـــــات الشـــرش والاســـتفـــادة منـها

لينا سمير محمد [1] رغد رحيم الحاتم [2] محمد علوان سلمان [3] فاطمة عيسى جعفر [4]

كلية الزراعة – جامعة البصرة، البصرة – العراق
[1] lina.mohammed@uobasrah.edu.iq
[2] raqad.raheem@uobasrah.edu.iq
[3] mohammed.salman@uobasrah.edu.iq
[4] agripg.fatimah.jaafar@uobasrah.edu.iq

HNSJ, 2024, 5(8); https://doi.org/10.53796/hnsj58/19

تاريخ النشر: 2024/08/01م تاريخ القبول: 2024/07/22م

المستخلص

تضمنت الدراسة التعرف على منتج الشرش المفصول من الحليب وما له من أهمية غذائية وعلاجية من خلال احتوائه على البروتينات و البتيدات والأحماض الأمينية والكربوهيدرات والأحماض الدهنية وبعض الفيتامينات والمعادن و الفينولات و الستيرولات، واستعمالاته العديدة كونه منتج نشط حيويا يستفيد منه الانسان في مجالات مختلفة إذ يتميز بعدة مزايا وأهمها إن أغلب مكوناته ذات طبيعة مضادة للأكسدة ومضادة للجراثيم والفيروسات والامراض المختلفة منها التسريع في شفاء الجروح والتئام كسور العظام وتدعيم الجهاز المناعي فضلا عن الوقاية من أمراض السرطان ، إذ أدخلت المنتجات المستخلصة من الشرش في التطبيقات الغذائية والطبية والصيدلانية ومستلزمات التجميل، كما تناولت دراسات عديدة حول العالم الشرش ومكوناته المختلفة وفوائده من النواحي الغذائية والعلاجية ومن خلال إدخالها ضمن المنتجات التي يستفاد منها في تدعيم الاغذية والمكملات ومواد التجميل ومجالات أخرى. إذ تم تلخيص بعض الدراسات المرتبطة بها في هذه المراجعة.

الكلمات المفتاحية: بروتينات الشرش ،الخصائص الفيزوكيميائية ، فعالية مضادة للأكسدة و مضادة للجراثيم ، مكملات غذائية، ، فوائد علاجية

RESEARCH TITLE

Recycling and Benefiting From Whey proteins

Lina S. Mohammed [1] Raqad R. Al-hatim [2] Mohammed A. Salman [3] Fatimah I. Jaafar [4]

College of Agriculture - University of Basrah, Basrah – Iraq

[1] lina.mohammed@uobasrah.edu.iq
[2] raqad.raheem@uobasrah.edu.iq
[3] mohammed.salman@uobasrah.edu.iq
[4] agripg.fatimah.jaafar@uobasrah.edu.iq

HNSJ, 2024, 5(8); https://doi.org/10.53796/hnsj58/19

Published at 01/08/2024 **Accepted at 22/07/2024**

Abstract

The study included identifying the whey product separated from milk and its nutritional and therapeutic importance by containing proteins, peptides, amino acids, carbohydrates, fatty acids, some vitamins, minerals, phenols and sterols. And its many uses, as it is a biological activity product that benefits humans in various fields, as it is characterized by several advantages, the most important of which is that most of its components are of an antioxidant activity and antibacterial, antiviral, and various diseases, such as wounds healing of, bone regeneration, strengthening the immune system, and preventing cancer diseases. Products extracted from whey have been used into nutritional, medical, pharmaceutical, and cosmetic applications. Many studies in the world have dealt its various components, and its Benefiting from nutritional , therapeutic aspects, and by including it among the products that are used to fortify foods, supplements, cosmetics, and other fields, Some associated studies are summarized in this review.

Key Words: Whey proteins, Physicochemical properties, Antioxidant and Antibacterial activity, Nutritional supplements, Therapeutic benefits.

المقدمة

تعد بروتينات الشرش المركزة من أهم البروتينات الموجودة في الالبان ومنتجاتها، ومع ذلك فهي تعتبر من المنتجات الثانوية والمخلفات الغير مستغلة الاستغلال الأمثل، والتي يتم هدر معظمها في مياه الصرف الصحي مما يسبب أضرارا بيئية كبيرة، علاوة على ذلك فإن بروتينات الشرش المركزة منتج غني جدًا بالبروتينات المناعية، مما يجعله يتمتع بالعديد من الفوائد الصحية بالإضافة إلى أن لها بعض الخصائص الوظيفية التي تهم صناعة الالبان بوجه خاص وصناعة الأغذية بوجه عام مثل الذوبان، والاستحلاب، والرغوة، وتكوين الجيل، تطور اللزوجة.

ونظرا للطلب المتزايد على الأطعمة ، اصبح من المهم تطوير منتجات ذات قيمة مضافة والتي لن تجذب انتباه مجموعة أكبر من المستهلكين فحسب ، بل ستوفر أيضًا فوائد تغذوية محسنة اكثر، تعتبر بروتينات الشرش من أكثر المكونات قيمة بسبب خصائصها الغذائية والتقنية والوظيفية، وتتميز بروتينات الشرش بغناها بالببتيدات النشطة بيولوجيًا، ولها خصائص نشطة بيولوجيًا كونها مضادات للأكسدة وخافضة للضغط بالإضافة إلى وجود أنشطة مضادة للميكروبات، والتي تمنح الجسم عند تناولها العديد من الفوائد الصحية، وهذه الببتيدات يمكن استخدامها كعنصر غذائي نشط في إنتاج الأطعمة الوظيفية، بالإضافة إلى نشاطها الحيوي، ومن المعروف أن بروتينات مصل اللبن تمتلك سمات وظيفية محسّنة تسمح باستخدامها في تطبيقات واسعة، مثل عامل التغليف أو المواد الحاملة لإيقاع المركبات النشطة بيولوجيًا والاستحلاب وفي العبوات الصالحة للأكل.

تؤدي إضافة بروتينات الألبان في اليوغورت إلى إحداث تغييرات في بنيتها التركيبية، والتي يمكن أن تفسر التعديلات في خصائص قوامها حيث يميل تعديل محتوى البروتين أيضًا إلى تقليل إطلاق معظم مركبات النكهة، والتي يمكن أن تؤثر على توازن الرائحة الكلي وتغيير إدراك الرائحة، كما يمكن أيضًا أن تكون تعديلات إدراك الملمس والرائحة ناتجة عن التفاعلات المعرفية، وتعتبر مجاميع بروتين الألبان واعدة بشكل خاص كمحسّنات لقوام منتجات الألبان، ولكن لم يتم إجراء أي دراسات حسية تقريبًا للتحقق من تأثيرها على الملمس وإدراك الرائحة، هناك الحاجة إلى المزيد من الدراسات التي تركز على تأثير مجاميع بروتين الألبان على الصفات الحسية لليوغرت ومنتجات الألبان للحصول على منتجات طبيعية ومنخفضة الدسم مع الحفاظ على جودة الملمس المرغوبة(Lesme *et al.*, 2020).

ونظراً لقابلية بروتينات الشرش على ربط الماء لتحسين نسجة بعض منتجات اليوغرت، وبتناقص قابلية ذوبان بروتينات الشرش تزداد قابلية ربطها للماء، لذلك فان البروتينات المدنترة تكون ذات قابلية ذوبان منخفضة جداً إلا إنها ذات قدرة عالية على ربط الماء، يمكن أن يتسبب تسخين محلول بروتينات الشرش في زيادة اللزوجة وزيادة قابلية ربط الماء وذلك لان الحرارة ستؤدي إلى فتح تركيب البروتين وإظهار مواقع ربط الماء التي كانت مخفية سابقاً وزيادة الحجم الذي يشغله البروتين (Mahomud *et al.*, 2017).

وعلى مدى السنوات الأخيرة، تم تطوير العديد من المكونات القائمة على بروتين الشرش واستخدامها في صنع تركيبات لمجموعة واسعة من الأطعمة لتسخير خصائصها المفيدة ومن بين هذه الأطعمة هي اليوغرت حيث يمكن تدعيمة بهذه البروتينات مما يكسبة صفات تغذوية إضافة الى الصفات التصنيعية كالخواص الكيميائية والفيزيائية والريولوجية (Minj and Anand, 2020).

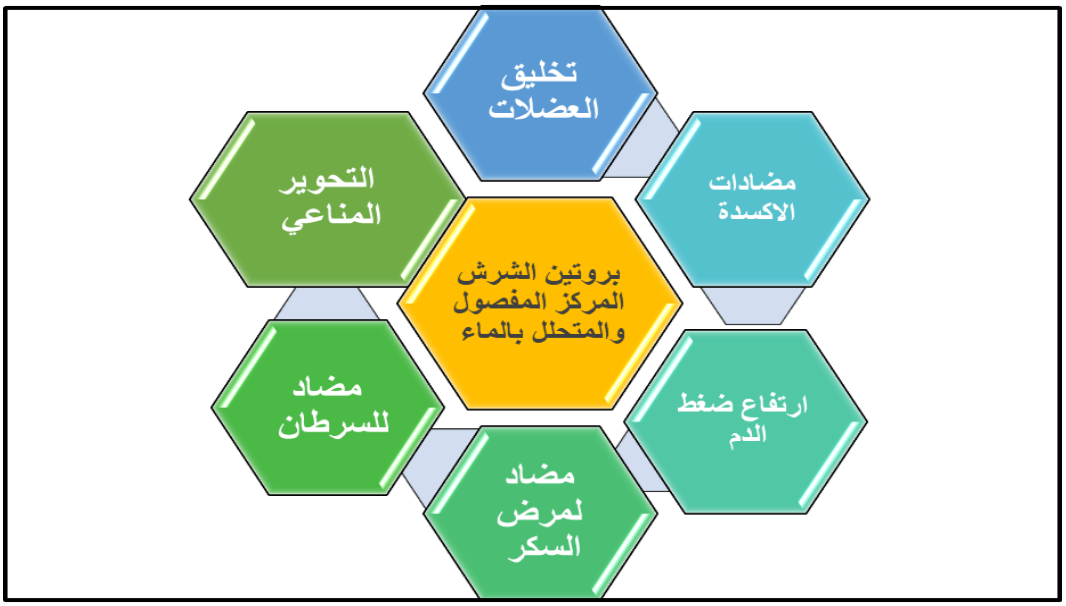
أثبتت الدراسات الحديثة التي تمت في هذا المجال رسالة دكتوراة عن الاستفادة من مركز بروتينات الشرش في إنتاج بعض منتجات الالبان، حيث تم استخدام مركز بروتينات الشرش بتركيزات مختلفة 2 ، 4 ، 6 % في صناعة اليوغورت الحيوي عالي الجودة وتقييم تأثيرها على الخواص الكيميائية والميكروبيولوجية والريولوجية والحسية أثناء التخزين علي درجة حرارة الثلاجة لمدة 15 يومًا (Amna *et al.*, 2023)، بالاضافة الى توصيف أغشية بروتين مصل اللبن الصالحة للأكل

التي تحتوي على عوامل مضادة للميكروبات المختلفة (Amna, 2024).

بروتينات الشرش Whey Proteins

الشرش هو احد النواتج العرضية التي يستحصل عليها اثناء انتاج منتجات الالبان كالجبن نتيجة فصله عن بروتينات الكازين، ويعتبر الشرش مادة فائضة عن الحاجة بالنسبة الى اغلب معامل الالبان مما يؤدي الى ضرورة التخلص منها وغالبا ما يتم التخلص منه برميه في مياه الأنهار او المجاري مما يؤدي الى تلوث بيئي كبير ولتفادي ذلك تم استخدامه وإدخاله في العديد من الصناعات التي تزيد من الجدوى الاقتصادية للمصانع إضافة للقيمة الغذائية العالية، حيث يشكل سكر اللاكتوز 75% من مكوناته كمواد صلبة والباقي 20% عبارة عن بروتينات الشرش وهي بروتينات كروية الشكل لها أهمية كبيرة وفوائد صحية و بيولوجية للإنسان، وتضم هذه البروتينات بيتالاكتوكلوبيولين (β–lactoglobulin)، الفا لاكتوألبومين (α–lactoalbumin) ألبيومين مصل الدم Blood serum Albumin، الجلوبيولينات المناعية immunoglobulins، فضلاً عن بروتينات أخرى مثل اللاكتوفيرين Lactoferrin الجلايكومايكروبتايد glycomicropeptide، والكثير من انزيمات الحليب مثل اللاكتوبيروكسديز Lactoperoxidase، اللايسوزايم Lysozyme، هذا فضلاً عن المعادن مثل الكالسيوم والفيتامينات ، كالثيايمين ، Thiamine والريبوفلافين Riboflavin والبايريدوكسين (Batista *et al.*, 2018).

وهناك نوعين من الشرش وذلك تبعاً للطريقة المستخدمة في فصل الكازين فعندما يفصل بالطريقة الانزيمية يسمى الشرش الناتج بالشرش الحلو اما اذا فصل بالطريقة الحامضية فيسمى بالشرش الحامض او الحامضي، وتوجد عدة اختلافات بين النوعين وهي احتواء الشرش الحلو على كمية اعلى من الحوامض الامينية وبعض الببتيدات الناتجة من تحلل الكازينات لتواجد انزيم الرنين فيه اما الشرش الحامضي فيكون خالي من الكازين بسبب ترسب الكازين بنسبة 100%، لذلك يكون الكازين المتحصل عليه بالطريقة الحامضية نقي وفيه نسبة اعلى من الكالسيوم، وتعتبر بروتينات الشرش ذات قيمة غذائية عالية لإحتواءها على جميع الاحماض الامينية الأساسية، لذلك تعد جزءاً من النظام الغذائي اليومي للكثيرين ولها وظائف تركيبية عديدة مما يميزها هو إعطائها خصائص مثيرة للاهتمام في التطبيقات الغذائية فهي تستعمل على نطاق واسع في العديد من المواد الغذائية مثل المشروبات واللحوم المصنعة وأغذية الأطفال والمخبوزات (Jiang *et al.*, 2018).



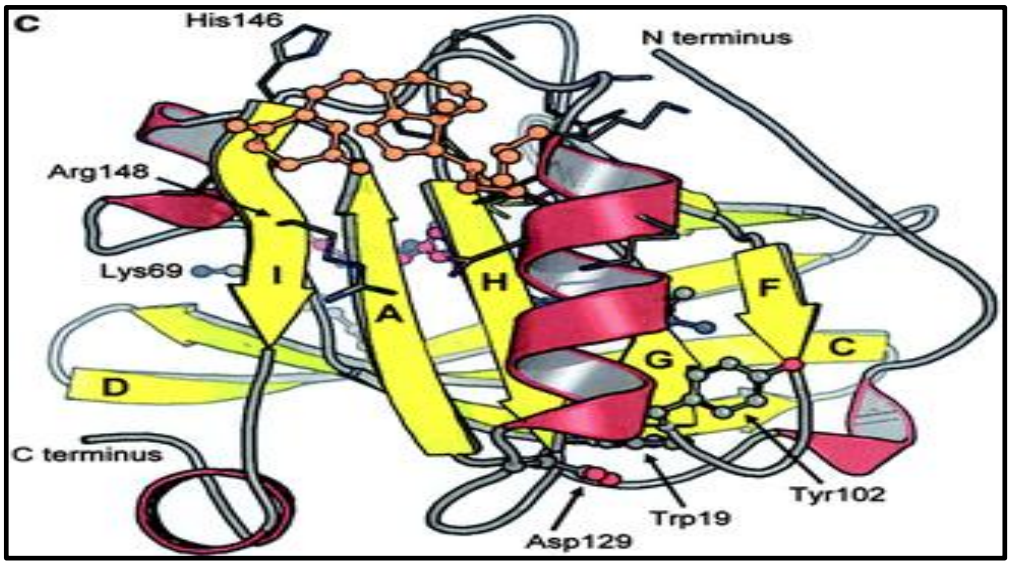
الشكل (1) يوضح الخصائص البيولوجية لمشتقات بروتين الشرش (Minj and Anand, 2020)

أنواع بروتينات الشرش:

1. بيتا – لاكتو كلوبيولين β–Lactoglobulin

هو البروتين الرئيسي من بروتينات الشرش في حليب الابقار ويمثل β–Lg حوالي 50 % من إجمالي بروتينات الشرش وهو أيضًا مصدر غني للحامض الأميني السيستين والذي يلعب دورًا رئيسيا في تخليق الجلوتاثيون Glutathion (GSH) الذي يعتبر مهم لصحة الإنسان لأنه مضاد للأكسدة داخل الخلايا التي تحمي الجسم من الضغوطات المختلفة (Yahya *et al*., 2013).

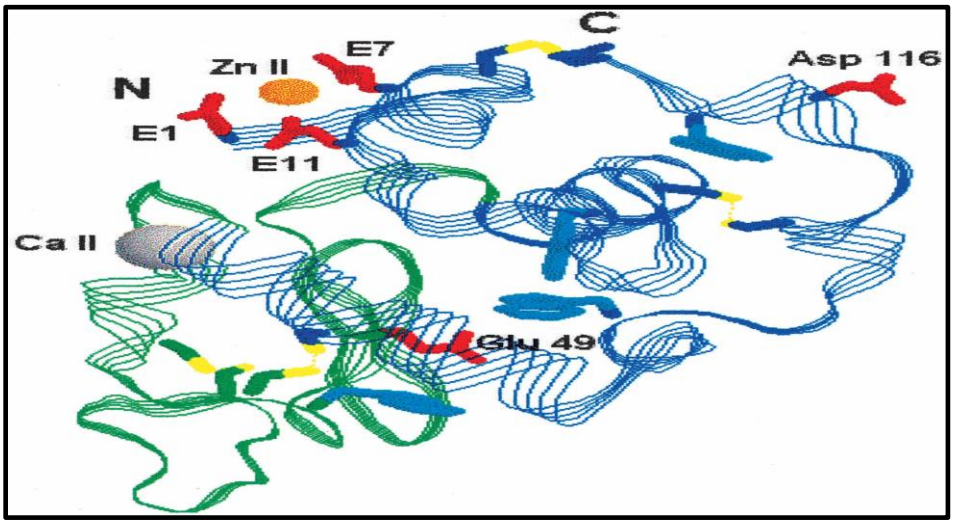
وهناك علاقة بين نقص GSH و IL–8–pathogenesis وان البيتا لاكتوجلوبيولين β–Lg بربط الريتينول فيتامين (A) و (فيتامين D)، ويعزز امتصاص الريتينول عن طريق الجهاز الهضمي، كما يلعب هذا البروتين دوراً في امتصاص العديد من الأحماض الدهنية، كما ان البيتا لاكتوجلوبيولين هي الناقل الجزيئي الذي يزيد من سهولة الحصول على حامض اللينوليك، كما تظهر اجزاء البيتا لاكتوجلوبيولين β–Lg التي يتم الحصول عليها عن طريق الهضم المعوي أو التحلل المائي المحدود بواسطة إنزيمات معينة العديد من النشاطات الحيوية مثل النشاط الخافضة للضغط والنشاط المضاد للميكروبات والنشاط المناعي وغيرها (Le Maux *et al*., 2012).



يوضح الشكل (2) التركيب الهيكلي لبروتين β–Lactoglobulin (Sawyer, 2012)

2. ألفا – لاكتاألبيومين α–Lactalbumin

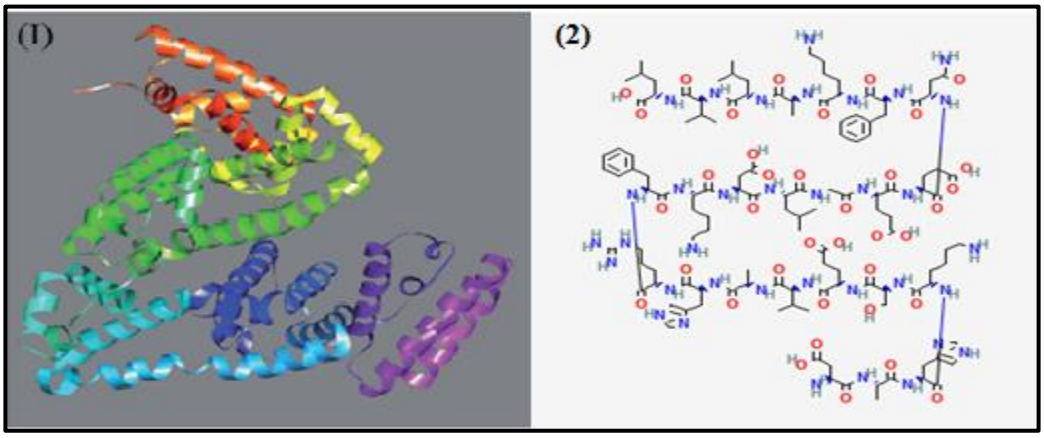
يعد المكون الثاني من بروتينات الشرش، ويشكل 20% من مجموع بروتينات شرش حليب الابقار وان الببتيدات الناتجة عنه لها خصائص مضادة للميكروبات، ويرجع النشاط ضد الإجهاد الى نسبة عالية من الحامض الاميني التربتوفان المستعمل في تخليق السيروتونين، ويظهر ألفا – لاكتاألبومين تأثيراً مبيدا للجراثيم في الجهاز التنفسي العلوي وتأثيرات وقائية على الغشاء المخاطي في المعدة ويوفر آثاراً وقائية ضد إصابة الغشاء المخاطي في المعدة الناجمة عن تناول العقاقير المضادة للالتهابات غير الستيرويدية أو جرعة كبيرة من الايثانول في التجارب على الحيوانات (Rammer *et al* ., 2010).



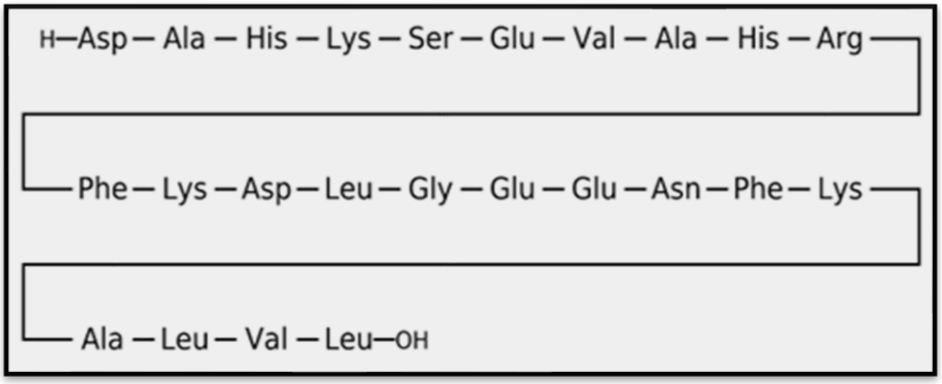
شكل (3) يمثل هيكل الأشعة السينية لبروتين α-LA مفصول من حليب الجاموس (Permyakov and Berliner, 2000)

3. بروتينات مصل الالبومين البقري Bovine Serum Albumin(BSA)

هو مشتق من الدم ولا يمكن تصنيعه في الغدد الثديية ويمثل (0.7 -1.3%) من جميع بروتينات الشرش، وبما أن بروتينات مصل الالبومين ممثلة بشكل ضعيف في بروتينات الشرش فإن نشاطه الحيوي يتم فحصه في الغالب كجزء من النشاط الحيوي لبروتينات الشرش، كما انه يمتلك النشاط المثبط لـ (Angiotension coverting enzyme ACE (Poltronieri *et al.*, 2012).



الشكل (4) يوضح التركيب الكيميائي لبروتينات مصل اللالبومين البقري(Alhazmi, 2019)

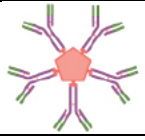


شكل (5) يوضح (A) تسلسل الاحماض الامينية لبروتينات مصل الالبومين البقري (Alhazmi, 2019)

4. البروتينات المناعية Immunoglobulins

هي مركبات بروتينية مركبة بواسطة الخلايا اللمفية ومشتقة في الحليب من مصل الدم و تمثل 10–15% من إجمالي بروتينات الشرش اذ يحمي الغشاء المخاطي في الجهاز الهضمي من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض ويكمن دورها في إعطاء مناعة لحديثي الولادة بينما يتطور نظام المناعة الخاص بها، وعند التركيزات المنخفضة تصل إلى 0.3 ملغم / مل لتخليق Immunoglobulin G (IgG)، Immunoglobulin A (IgA) و Immunoglobulin M (IgM) بنسبة تصل إلى 98% على أساس هذه النتائج، استنتج أن Ig من بروتينات الشرش لديها القدرة على تعديل الاستجابة المناعية في الجسم (Reitelseder *et al* ., 2011).وقد تم دراسة عن حركية دنترة البروتينات المناعية فى اللبن الجاموسى المعامل حرارياً من خلال معرفة تأثير المعاملات الحرارية لفترات زمنية مختلفة على محتوى اللبن الجاموسى من البروتينات المناعية، وكذلك معرفة قيم ثوابت حركية التفاعل (kinetic constants) لهذه البروتينات المناعية، ومن خلال الدراسة أمكن التحكم فى العمليات التصنيعية لأنواع الجبن المختلفة، أو عند إضافة هذه البروتينات المناعية أو أحد مشتقاتها إلى ألبان الأطفال (El-Loly *et al*., 2007).

جدول (3) يوضح الجلوبولينات المناعية لها وظائف مختلفة، ولكنها تتكون جميعها من سلاسل ثقيلة وخفيفة تشكل بنية على شكل حرف Y.(Charles and Jane, 2019)

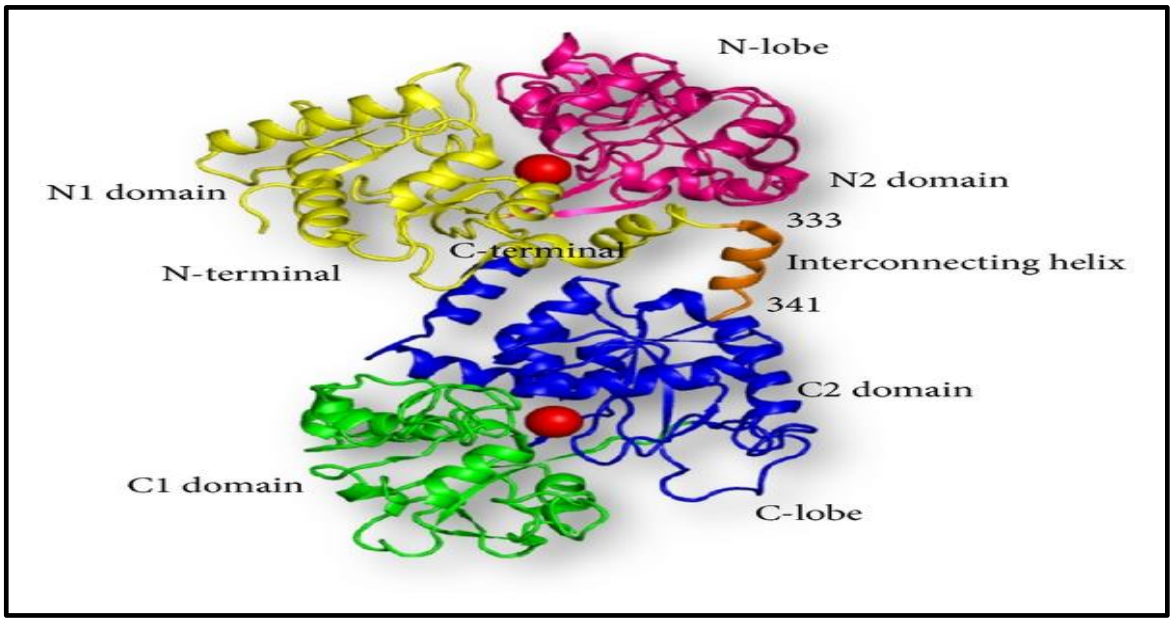
الاسم	الصفة المميزة	التركيب
IgA	توجد في المخاط واللعاب والدموع وحليب الثدي . يحمي من مسببات الامراض .	
IgD	جزء من مستقبلات الخلية البائية ينشط الخلايا القاعدية والخلايا البدنية .	
IgE	يقي من الديدان الطفيلية , مسؤول عن ردود الفعل التحسسية .	
IgG	تفرزها خلايا البلازما في الدم , قادرة على العبور عبر المشيمة الى الجنين .	
IgM	يمكن ان تلتصق بسطح الخلية البائية او تفرز في الدم , مسؤولة عن المراحل المبكرة من المناعة .	

5. بروتيوز ببتون Proteose peptone (pp)

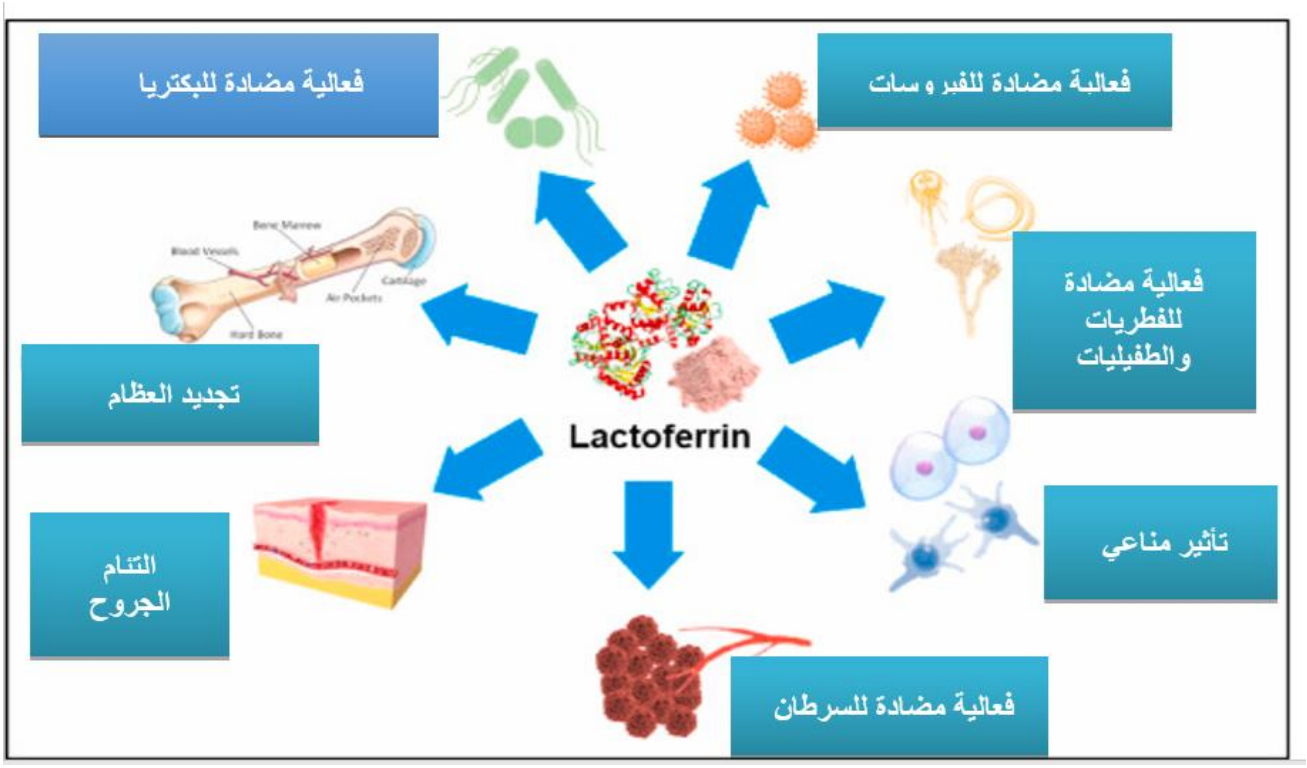
البروتيز– بيتون هو جزء من الببتيدات القليلة في بروتينات الشرش وهذا الجزء هو عبارة عن خليط من الاحماض الأمينية القابلة للذوبان عند pH 4.6 ويتكون من 135 حامض اميني فوسفاتي التي لا تشتق من الكازين، كما ان Lactofermicin هو واحد من اجزاء البروتينات و peptone وهو ببتيد ذو نشاط مضاد للبكتيريا الموجبة والسالبة لصبغة جرام Gram positive and negative bacteria (Rammer *et al*., 2010).

6. الاكتوفيرين Lactoferrin

هو جلايكوبروتين غير مرتبط بالحديد يمتلك خصائص مضادة للميكروبات ومضاد للأكسدة ومضاد للالتهاب ومضاد للسرطان و له نشاط ضد الجراثيم والبكتيريا السالبة والبكتيريا والموجبة الصبغة كرام وله نشاط ضد أنواع الفطريات، كما انه قادر على تثبيط عمل الفيروسات ويتضمن الطرف الأميني N terminal تتابع اللاكتوفيرسين الذي يمتلك نشاط مضاد للبكتيريا ايضاً (Garcia –Tejedor *et al.*, 2014) .



شكل (6) شكل تخطيطي لجزيء اللاكتوفيرين البقري، نطاقات N1 و N2 ملونة بالأصفر والوردي على التوالي، بينما نطاقات C1 و C2 ملونة بالأخضر والأزرق على التوالي، اللولب المترابط بين الفصوص ملون باللون البرتقالي، تظهر ذرتا الحديد على شكل كرات حمراء (Sharma *et al* ., 2013)



شكل (7) تخطيطي يوضح الوظائف المختلفة للاكتوفيرين (Elzoghby *et al*., 2020)

7. اللاكتوبيروكسيديز Lactoperoxidase

هو الانزيم الأكثر وفرة في بروتينات الشرش وقد أظهر تأثيراً مضاداً ضد مجموعة من أنواع الجراثيم كما أنه يحفز النظام المضاد للميكروبات التي تتكون من الثيوسيانات hypothiocyanate وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) لانتاج نواتج الأكسدة قصيرة الأجل، وتكوين (OSCN)، التي تقتل أو تمنع نمو مجموعة واسعة من البكتيريا والفيروسات والفطريات والطفيليات (Mills *et al.*, 2011) .

(Sousa *et al.*, 2012) جدول (4) يوضح مكونات بروتينات الشرش ووظائفها الرئيسية

المكونات	الوظائف
β-lactoglobulin (45-57%)	يحتوي على نسبة عالية من الاحماض الامينية المتفرعة السلسلة25.1 %. يربط الجزيئات الكارهة للماء ويساهم في تقليل امتصاص الأمعاء للدهن .
α-lactalumin (15-25%)	يحتوي على اعلى محتوى من التربتوفان (6%) من جميع البروتينات الغذائية . وهو غني بالاحماض الامينية الايسين ، ليوسين ، ثريونين ، سيستين . لدية القدر على ربط المعادن مثل الكالسيوم والزنك مما يؤثر بشكل إيجابي على امتصاصها .
Immunoglobulin (10-15%)	توجد اربع فئات من الغلوبيولين المناعي في الشرش : IgG , IgA, IgM, IgE وظائفها هي الحماية المضادة للاكسدة و زيادة المناعة .
Lactoferrin (~1%)	يثبط انتاج السايتوكاينينات المنشطة للالتهابات ويحمي من تطور التهاب الكبد
Lactoperoxidase (<1%)	يلعب دوراً مهما كمضاد للميكروبات
Glycomacropeptide (10-15%)	يتكون من هضم k-casein اثناء صناعة الجبن . يحتوي على نسبة عالية من الاحماض الامينية الأساسية التي تسهل امتصاص المعادن .
Boven serum albumin (BSA)	يحتوي هذا الجزء من البروتين على ملف تعريفي جيد للاحماض الامينية وخاصية ربط الدهون

تأثير بروتين الشرش كبديل للدهون على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لليوغورت

ان اهم الاسباب التي دعت صناعة الالبان إلى ايقاف أو تقليل إنتاج الألبان كاملة الدسم والإتجاه إلى إنتاج الألبان قليلة الدسم التي تكون فيها نسبة الدهن لاتقل عن 0.5 ولاتزيد عن 2.0% والعديمة او الخالية من الدهن التي تكون نسبة الدهن فيها اقل من 0.5% هو معرفة المستهلك للمشاكل الصحية وخصوصاً أمراض القلب التي لها علاقة مباشرة باستهلاك الدهون من المصادر الحيوانية (كفاح وضياء، 2019).

تلعب الدهون دورًا مهمًا في قوام وتركيب وانسيابية اليوغورت حيث يتفاعل مع التركيب الخيطي للكازين، وتؤدي قلة نسبة الدهون في اليوغورت الى زيادة تماسكه وضعف في ملمسة وكذلك يعطي طعماً غير مرغوب وبالتالي انخفاض محتوى المواد الصلبة، كذلك يمكن ان يكون استعمال بروتينات الشرش كبديل للدهون في اليوغورت عملية جيدة نظرًا لخصائصها الغذائية والوظيفية الجيدة، وفي الآونة الأخيرة، اقترح استخدام مركز بروتين الشرش المعالج حرارياً (HPWC) Heat treated whey protein concentrate كبديل للدهون في يوغورت المصنع من حليب الماعز الخالي من

الدسم لتحسين خصائص اليوغورت، ومع العلم أن المكون الرئيسي ال β- lactoglobulin هو نفسه في WPC و Whey protein concentrates(WPI) ، فإن بروتينات الشرش المعزولة Whey protein isolates (WPI) هي بروتين شرش عالي النقاء ثم تصبح بروتينات الشرش المركز (WPC) ، يحتوي WPIايضاً على نسبة عالية من الكالسيوم والمعادن والأحماض الأمينية ذات السلسلة المتفرعة مثل الفالين والليوسين والإيزولوسين (Torres *et al.*, 2018 and Zhang *et al.*, 2015).

ونظراً لخصائص بروتينات الشرش الجيدة فإنها قد تزيد من الجودة التركيبية لليوغورت، أي الصلابة واللزوجة، جنبًا إلى جنب مع فوائدها الصحية وخواصها الوظيفية (Karaman, 2019).

وبينت دراسة أجريت على إضافة جزيئات بروتين الشرش Microparticulated whey protein (MPWP) إلى الحليب المصنع لليوغورت أدى الى تحسين الملمس والخصائص الريولوجية، لكن استخدام MPWPs مع مصدر غير مجزأ مثل (WPI) أدى إلى يوغورت منخفض اللزوجة (Torres *et al.*, 2018).

وقد أقترح (Zhang *et al.*, 2015) أنه يمكن استخدام WPC كبديل للدهون لإنتاج يوغورت المحضر من حليب الماعز وذلك من خلال تحسينه لقوام اليوغورت وقدرته على الاحتفاظ بالماء، وهناك العديد من الدراسات لاستكشاف استخدام WPI في إنتاج اليوغورت قليل الدسم والكامل الدسم أثناء التخزين.

ونظرًا لأن تباين الأحماض الدهنية الحرة (FFA) يؤدي إلى تغييرات في الخصائص الحسية والتغذوية لمنتجات الألبان، فمن المهم تقييمها في اليوغورت، حيث يحدث تحلل الدهون أثناء التخزين ويتم تحرير الأحماض الدهنية الحرة، وتوفر الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة (SCFA) الجودة الحسية لمنتجات الألبان، تظهر أحماض الخليك والبيوتيرك والأوليك خصائص المضادات الحيوية ومضادات السرطان التي تعتبر جوانب غذائية مهمة للأحماض الدهنية (Regula, 2007).

وتتأثر الأحماض الدهنية الكاملة في اليوغورت بنوع الباديء وجودة الحليب الخام والمعالجات التكنولوجية مثل الحضانة والتبريد والتخزين (Güler and Gürsoy-Balci, 2011)، علاوة على ذلك فإن استعمال بروتينات الشرش في اليوغورت كبديل للدهون يمكن أن يكون له دوراً فعالًا في تقليل تأثير ال FFA أثناء التخزين، وعلى الرغم من أن عددًا من المؤلفين درسوا الأحماض الدهنية الحرة في اللبن (Sumarmono and and Güler and Gürsoy-Balci, 2011 Sulistyowati, 2015)

أو الخصائص الهيكلية والحسية لليوغورت مع WPI (Guggisberg *et al.*, 2007; Matumoto-Pintro *et al.*, 2011; Zhang *et al.*, 2015; Onsekizoglu Bagci and Gunasekaran 2016; Ibrahim *et al.*, 2017 and Shi *et al.*, 2017) .وقد أظهرت الدراسات التي تناولت تأثير إضافة بروتينات الشرش المعزولة (WPI) كبديل للدهون على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات اليوغرت قليلة الدسم (1-2٪) خلال 14 يومًا من التخزين، اذ بينت الدراسة أن اليوغورت الذي يحتوي على 2٪ من WPI يحتوي على كمية أعلى بكثير من التيروسين ولكن تماسكه أقل حيث كانت المواد الصلبة الكلية من البروتين والدهون أعلى من اليوغورت قليل الدهن 1% ومع ذلك أدت إضافة WPI إلى خفض درجات اللون الأبيض والأخضر ولكنها زادت من اللون الأصفر وبالتالي فإن إضافة WPI لم تؤثر على عتامة وسطوع اليوغورت قليل الدسم، كما أدت إضافة WPI أيضًا إلى ظهور كميات من أحماض البيوترك ، والكابريك ، والأوليك أثناء التخزين كما اقترحت إضافة بروتينات الشرش بنسبة 2٪ كبديل للدهون لتحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية لليوغرت المعد للتخزين لمدة 14 يومًا (Karaman, 2019)، بينما بينت دراسة أخرى اجريت على التركيب الكيمياوي والصفات النوعية والحسية للبن المصنع بإضافة بدائل الدهون للحليب الفرز اذ تم تصنيع خمسة عينات كانت

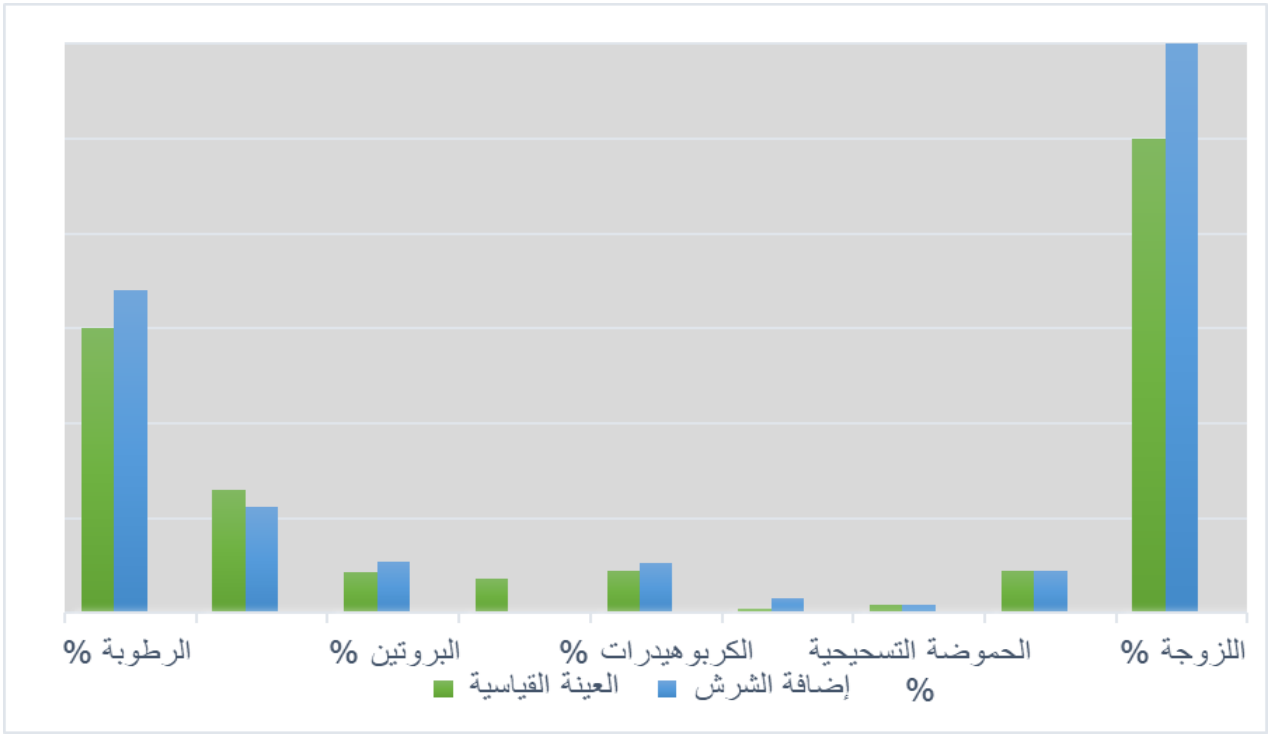
العينة الأولى مصنعة حسب المواصفة القياسية لصناعة اليوغورت واعتبرت معاملة سيطرة اما العينات الأربعة الأخرى فصنعت من اللبن المصنع من حليب الفرز والحليب المضاف له 1% من الانيولين (سكريات ثنائية تتواجد بشكل طبيعي في النباتات يتكون من وحدات من الفركتوز ترتبط مع بعضها عن طريق اصرة β1-2 وهو المركب الثاني من حيث الأهمية بعد النشا، عادة ما يكون مصدر الإينولين المستخدم في المكملات الغذائية هو جذور الهندباء) ، بروتينات الشرش ، النشأ المقاوم على التوالي وأجريت الفحوصات التي شملت نسبة الرطوبة والمواد الصلبة الكلية والبروتين والدهن والكربوهيدرات والرماد واللزوجة ونضوح الشرش والطاقة وتم الكشف عن عدد الأحياء المجهرية واجري الاختيار الحسي بعد التصنيع في اليوم الأول وبعد 15 يوم من الخزن المبرد، وأظهرت نتائج هذه الدراسة إن إضافة هذه البدائل ادت إلى رفع المواد الصلبة الكلية لرفعها نسبة البروتين والكربوهيدرات والرماد واللزوجة وانخفضت ظاهرة نضوح الشرش وكمية الطاقة لـ 100 غم من اللبن والحموضة التسحيحية والحمل الميكروبي عند المقارنة مع معاملة الحليب الفرز وهذا ينطبق على العينات بعد الخزن أيضا وبنفس الوقت أعطت نتائج معاملات التقييم الحسي لغاية 15 يوم بعد الخزن معدل مقارب للمعاملة القياسية إذ ساعدت إضافة هذه المواد على تحسين الخواص النوعية والمحافظة على التقبل لدى المستهلك وانتاج اليوغرت منخفض الطاقة وكما موضح في الجدول (5) والجدول (6) (Hussein and Fadhil , 2017) .

جدول (5) نتائج الخصائص الكيمائية والفيزيائية لليوغرت مقارنة مع النشا(Hussein and Fadhil, 2017)

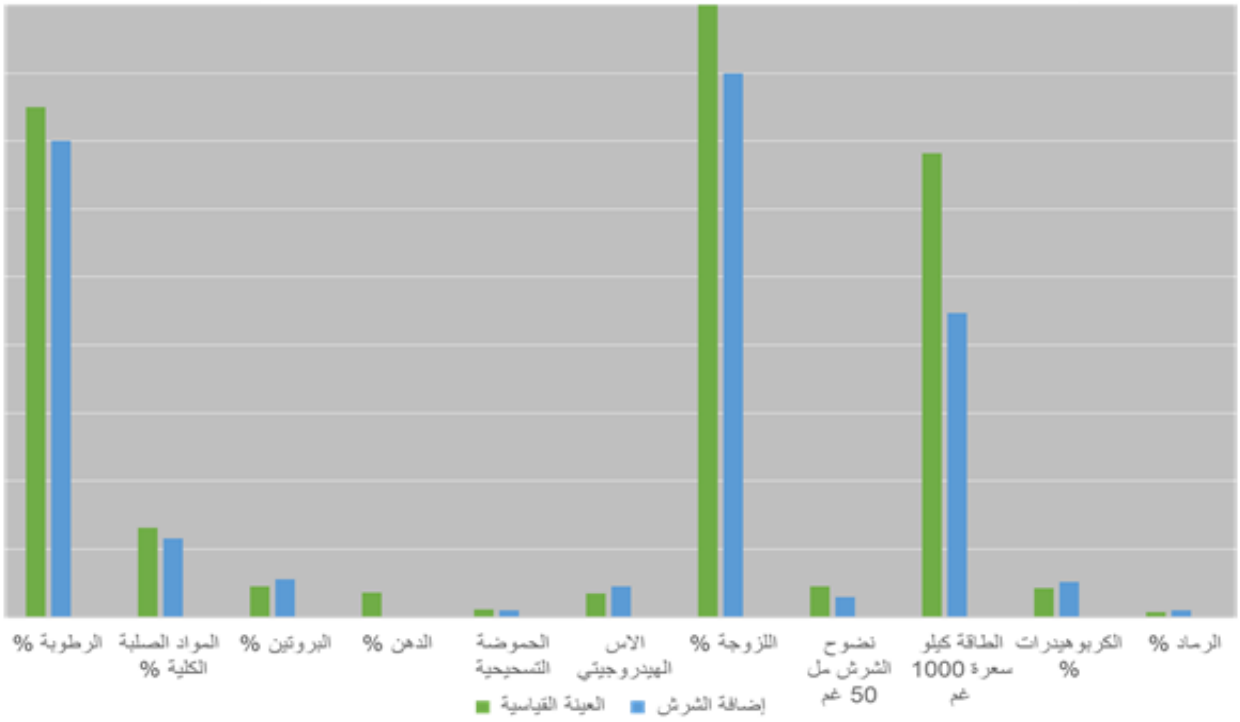
المعاملة الصفة	القياسية	حليب الفرز	الانيولين	الشرش	شأ المقاوم
الرطوبة %	87.08	89.92	88.55	88.86	88.34
المواد الصلبة الكلية %	12.92	10.08	11.08	11.14	11.66
البروتين %	4.36	4.41	4.45	5.34	4.88
الدهن %	3.65	0.16	0.15	0.14	0.17
الكربوهيدرات %	4.41	4.98	5.50	5.22	5.65
الرماد %	0.50	0.53	1.58	1.61	1.07
الحموضة التسحيحية	0.85	0.92	0.89	0.87	0.87
الأس الهيدروجيني	4.47	4.53	4.54	4.50	4.54
اللزوجة ستيبي ويز	1500	1300	1600	1650	1630

جدول (6) نتائج الخصائص الكيمائية والفيزيائية لليوغرت مقارنة مع النشا بعد 15 يوم من الخزن(Hussein and Fadhil , 2017)

المعاملة الصفة	القياسية	حليب الفرز	الانيولين	الشرش	التشأ المقاوم
الرطوبة %	86.85	89.52	88.25	88.44	88.13
المواد الصلبة الكلية %	13.15	10.48	11.75	11.56	11.87
البروتين %	4.56	4.53	4.56	5.60	5.10
الدهن %	3.55	0.12	0.11	0.12	0.13
الحموضة التسحيحية	1.08	1.12	0.95	1.02	0.97
الأس الهيدروجيني	3.45	3.98	4.43	4.47	4.41
اللزوجة	2100	1450	1850	1820	1840
نضوح الشرش مل 50 غم $^{-1}$	4.56	7.63	3.31	2.92	2.25
الطاقة كيلو سعرة 1000 غم$^{-1}$	68.17	40.00	41.15	44.68	44.09
الكربوهيدرات %	4.32	4.83	5.48	5.10	5.63
الرماد %	0.72	1.55	1.60	0.99	1.10



الشكل (7) يوضح الخصائص الكيميائية والفيزيائية لليوغورت مقارنة مع الشرش



الشكل (8) يوضح الخصائص الكيميائية والفيزيائية لليوغورت مقارنة مع الشرش

الصفات الكيميائية والفيزيائية :

1. الرطوبة والمواد الصلبة

ان الرطوبة والمواد الصلبة الكلية من الصفات المهمة جداً في اليوغورت، اذ نلاحظ ذلك في دراسة أجريت لمعرفة الاختلافات بين هذه الصفات في عينات اليوغورت المصنع من الحليب الفرز والحليب الفرز المدعم ببروتينات الشرش اذ كانت نسبة الرطوبة في اللبن المصنع من الحليب المفروز والمضاف له بروتينات الشرش اعلى من نسبة العينة القياسية

ومتقاربة مع المعاملات الأخرى ويعود سبب ذلك الى ان فرز الدهن من الحليب يعمل على رفع نسبة الرطوبة نتيجة انخفاض نسبة المواد الصلبة الكلية، اما بعد خزنة لمدة 15 يوم فيلاحظ في جدول (6) اتخفاض في نسبة الرطوبة وارتفاع نسبة المواد الصلبة الكلية بنسبة طفيفة لجميع العينات بعد 15 يوم من الخزن المبرد ويرجع السبب إلى تبخر الرطوبة خلال مدة الخزن (Hussein and Fadhil , 2017) .

2. البروتين والدهن والكربوهيدرات

وضحت الدراسة التي أجريت على دراسة البروتين والدهن والكربوهيدرات في اليوغورت المصنع مع إضافة بروتينات الشرش وكانت النتيجة ارتفاع نسبة البروتين نتيجة لاضافة بروتينات الشرش وهذا يتوافق مع عباس وفريال (2013) اللذان ذكرا إن إضافة بروتينات الشرش تؤدي إلى رفع نسبة البروتين في اللبن، كما بينت النتائج ارتفاع في نسبة االبروتين بعد مرور 15 يوم من الخزن ولجميع العينات ويعود سبب ذلك الى ارتفاع نسبة المواد الصلبة الكلية وانخفاض نسبة الرطوبة، وقد كانت العينة المعاملة ببروتينات الشرش هي الأعلى بنسبة البروتين مقارنة مع المعاملات الأخرى، اما بالنسبة للدهن فنلاحظ في الجدول (5) انخفاض نسبة الدهن للعينة المعاملة ببروتينات الشرش مقارنة مع العينة القياسية وبعد الخزن لمدة 15 يوم تلاحظ انخفاض بسيط في نسبته لجميع العينات ويرجع سبب ذلك الى زيادة اللزوجة التي تعمل على حجز جزء من الدهن عند ارتباطه مع البروتين عن طريق تكوين الشبكة ارتفعت نسبة الكربوهيدرات في العينة المعاملة ببروتينات الشرش ويرجع ذلك الى احتوائها على نسبة من اللاكتوز اما بعد الخزن فقد انخفضت نسبة الكربوهيدرات بنسبة بسيطة جدا (Hussein and Fadhil , 2017).

3. الرماد الحموضة التسحيحية والاس الهيدروجيني

بينت الدراسة ارتفاع نسبة الرماد بإضافة بروتينات الشرش، ولم تؤثر إضافته على الحموضة التسحيحية والرقم الهيدروجيني ولكنة ادى الى ارتفاع ملحوظ في اللزوجة نتيجة لتكوين شبكة متماسكة غروية يلاحظ من الجدول (6) ارتفاع نسبة الرماد بعد الخزن ويرجع ذلك الى انخفاض نسبة الرطوبة وزيادة المواد الصلبة الكلية نلاحظ ايضاً زيادة في قيم الحموضة وانخفاض في قيمة الاس الهيدروجيني خلال الخزن ويعود ذلك الى استمرار نشاط بكتريا البادىء بتحليل سكر اللاكتوز بالإضافة الى تضاعف عددها ولكن تطور الحموضة يضعف عند إضافة بروتينات الشرش حيث تؤدي اضافتها الى تقليل الماء المتوفر للاحياء المجهرية وبالتالي تقلل من نشاطها لتخمير اللاكتوز وتسمى عند ذلك مزارع غير منفذة للتخمر (Hussein and Fadhil , 2017).

4. نضوح الشرش والطاقة

يلاحظ من الجدول (5) انخفاض نضوح الشرش لمعاملة بروتينات الشرش مقارنة مع العينه القياسية وذلك يعود الى ارتفاع نسبة بروتينات الشرش التي تزيد من جودة اليوغورت وتقلل من نضوح الشرش كما تزيد من الطاقة، اما بعد الخزن فنلاحظ انخفاض كبير في نضوح الشرش بسبب الفعالية الايضية للبكتريا وانخفاض صـــافي الضغط داخل قالب البروتين مما يقلل من النضوحية اما الطاقـــة فتكون زيادتها طفيفة، وقد يعود ذلك الى زيادة بعض المواد الصلبـــة الكلية ونقصان البعض الأخر (Hussein and Fadhil , 2017).

5. ريولوجيا الزبادي

دراسة الشكل المعدل لليوغورت والتدفق، وتعد دراستها ذات أهمية كبيرة في المعالجة وعمليات التداول والعمليات الرقابية للجودة، الخصائص الريولوجية والتكوينية لليوكرت لها أهمية كبيرة من ناحية جودة الغذاء ومقبوليته من قبل

المستهلكين وتشمل هذه الخصائص اللزوجة والصلابة والالتصاق والتماسك، تؤثر الخصائص الريولوجية على الملمس الذي يؤثر بدورة على على قبول المنتج من قبل المستهلك.(Prajapati *et al.*, 2016)

بينت احدى الدراسات التي أجريت لدراسة تأثيرعشرة مستحضرات من بروتين الشرش ذات الخواص الكيميائية والفيزيائية المختلفة على الصفات الريولوجية لليوغورت قليل الدسم كالانسيابية والبنية المجهرية باستخدام مستويين من بروتينات الشرش 4.25 و 5%، فكانت النسبة العالية من β – Lactoglobulin, α – Lactailbumin في المكونات المجهرية الدقيقة الى تحسين ملمس اليوغرت، كما انعكست هذه النتائج على انفصال مصل الدم المنخفض والشبكة البروتينية التي كانت مترابطة ومضغوطة اكثر وذات مجاميع بروتين صغيرة، كما حسنت من ملمس اليوغورت وخصائصه الانسيابية وذلك فقط عند إضافة بروتينات الشرش بشكل جزيئات صغيرة وليس كبروتينات الشرش المعزول، كما قد تم تحليل قدرة اليوغورت على الاحتفاظ بالماء ومقارنتها مع محتوى الماء والبروتين الذي تم تحديده كمياً على الصور المجهرية لليوغورت باستخدام تقنيات تجزئة الصور بالإضافة إلى ذلك، تمت دراسة فعالية استخدام بروتينات الشرش الأصلية في شكل جسيمات دقيقة كمحسِّن للنسيج بدلاً من استخدامها في صورة غير مجزأة، مثل عزل بروتينات الشرش من الزبادي قليل الدسم ومقارنتها بالزبادي كامل الدسم، باستخدام الطرق الريولوجية، وأدى ارتفاع محتوى بروتينات الشرش في اليوغورت إلى زيادة اللزوجة الظاهرية والمرونة والمقاومة الميكانيكية بشكل كبير أثناء تقليب اليوغورت كما أظهر تصور البنية المجهرية أن هذا النوع من الجسيمات الدقيقة كان بمثابة مواد مالئة نشطة، مما يوفر مصفوفة بروتينية مترابطة في المواد الهلامية الحامضية وأيضاً أدى ذلك إلى انخفاض انفصال الشرش عند اجراء الطرد المركزي Torres (*et al* ., 2018).

المصادر References

1. أ .د. كفاح سعيد عباس دوش/قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة – جامعة بغداد و ضياء ابراهيم جرو/كليةعلوم الاغذية – جامعة القاسم الخضراء ، تصنيع يوغرت علاجي منخفض الطاقة باستخدام بدائل الدهون الطبيعية، مجلة جامعة بغداد ، 3/فبراير /2019
2. عباس، قيس سطوان وفريال فاروق حسين، 2013. استخدام بعض البدائل الصناعية لتحسين القيمة الغذائية لليوغرت المنتج من حليب الجاموس، مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية ، 13(4) : 13−20
3. Alhazmi, H.A. (2019). FT-IR spectroscopy for the identification of binding sites and measurements of the binding interactions of important metal ions with bovine serum albumin. Scientia Pharmaceutica, 87(1): 5.
4. Amna, N.A.; Ali, M.A.; Ali, I.A.M. and Suhila, A.S. (2023). Effect of Whey Protein Concentrate on Bio-Yogurt properties. Assiut J. of Agric. Sci., 54(2): 63-75.
5. Amna, N.A. (2023): Utilization of Whey Protein Concentrate in Producing Some Dairy Products. Ph.D. Thesis, Faculty of Agric., Assiut University.
6. Batista, M.A.; Campos, N.C.A. and Silvestre, M.P.C. (2018). Whey and protein derivatives: Applications in food products development, technological properties and functional effects on child health. Cogent Food & Agriculture, 4(1): 1509687.
7. Charles, M. and Jane, G. (2019). Adapters of *Concepts of Biology* _1st Canadian Edition, Chapter 23. The Immune System.

8. El-Loly, M.M.; Awad, A.A. and Mansour, A.I.A. (2007). Thermal kinetics denaturation of buffalo milk immunoglobulins. International Journal of Dairy Science, 2(4): 292-301.

9. Elzoghby, A.O.; Abdelmoneem, M.A.; Hassanin, I.A.; Abd Elwakil, M.M.; Elnaggar, M.A.; Mokhtar, S. and Elkhodairy, K.A. (2020). Lactoferrin, a multi-functional glycoprotein: Active therapeutic, drug nanocarrier & targeting ligand. Biomaterials, 263, 120355.

10. García-Tejedor, A.; Sanchez-Rivera, L.; Castello-Ruiz, M.; Recio, I.; Salom, J.B. and Manzanares, P. (2014). Novel antihypertensive lactoferrin-derived peptides produced by Kluyveromyces marxianus: gastrointestinal stability profile and in vivo angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibition. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 62(7): 1609-1616.

11. Guggisberg, D.; Eberhard, P. and Albrecht, B. (2007). Rheological characterization of set yoghurt produced with additives of native whey proteins. International Dairy Journal, 17(11): 1353-1359.

12. Güler, Z. and Gürsoy-Balcı, A.C. (2011). Evaluation of volatile compounds and free fatty acids in set types yogurts made of ewes', goats' milk and their mixture using two different commercial starter cultures during refrigerated storage. Food Chemistry, 127(3): 1065-1071.

13. Hussein, F.F. and Fadhil, N.J. (2017). Studying Qualitative Sensory Characteristics Of Yogurt Manufacturing By Adding Fat Substitutes. Anbar Journal of Agricultural sciences, 15.

14. Ibrahim, O.; Glibowski, P.; Nour, M.; El-Hofi, M.; El-Tanboly, E.S. and Abd-Rabou, N. (2017). Effect of rosemary transglutaminase on yoghurt fortified with whey protein isolate. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 67(4).

15. Jiang, S.; Cheng, J.; Jiang, Z.; Geng, H.; Sun, Y.; Sun, C. and Hou, J. (2018). Effect of heat treatment on physicochemical and emulsifying properties of polymerized whey protein concentrate and polymerized whey protein isolate. Lwt, 98: 134-140.

16. Karaman, A.D. (2019). Physicochemical Properties of Low-Fat Yoghurt with Whey Protein Isolates as Fat Alternative. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2): 223-230.

17. Le Maux, S.; Giblin, L.; Croguennec, T.; Bouhallab, S. and Brodkorb, A. (2012). β-Lactoglobulin as a molecular carrier of linoleate: Characterization and effects on intestinal epithelial cells in vitro. Journal of agricultural and food chemistry, 60(37): 9476-9483.

18. Lesme, H.; Rannou, C.; Famelart, M.H.; Bouhallab, S. and Prost, C. (2020). Yogurts enriched with milk proteins: Texture properties, aroma release and sensory perception. Trends in food science & technology, 98: 140-149.

19. Mahomud, M.S.; Katsuno, N. and Nishizu, T. (2017). Formation of soluble protein complexes and yoghurt properties influenced by the addition of whey protein concentrate. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 44: 173-180.

20. Matumoto-Pintro, P.T.; Rabiey, L.; Robitaille, G. and Britten, M. (2011). Use of modified whey protein in yoghurt formulations. International dairy journal, 21(1): 21-26.

21. Mills, S.; Ross, R.P.; Hill, C.; Fitzgerald, G.F. and Stanton, C. (2011). Milk intelligence: Mining milk for bioactive substances associated with human health. International dairy journal, 21(6): 377-401.

22. Minj, S. and Anand, S. (2020). Whey proteins and its derivatives: Bioactivity, functionality and current applications. Dairy, 1(3): 233-258.

23. Onsekizoglu Bagci, P. and Gunasekaran, S. (2016). Iron-encapsulated cold-set whey protein isolate gel powder-Part 2: Effect of iron fortification on sensory and storage qualities of Yoghurt. International Journal of Dairy Technology, 69(4): 601-608.

24. Permyakov, E.A. and Berliner, L.J. (2000). α-Lactalbumin: structure and function. FEBS letters, 473(3): 269-274.

25. Poltronieri, P.; Cappello, M.S.; D'Urso, O.F.; Benitez, R.M. and Ortero, G.M. (2012). Bioactive peptides with health benefit and their differential content in whey of different origin. Whey types, composition and health implications, 153-168.

26. Prajapati, D.M.; Shrigod, N.M.; Prajapati, R.J. and Pandit, P.D. (2016). Textural and rheological properties of yoghurt: a review. Adv. Life Sci., 5(13): 5238-5254.

27. Rammer, P.; Groth-Pedersen, L.; Kirkegaard, T.; Daugaard, M.; Rytter, A.; Szyniarowski, P. and Jäättelä, M. (2010). BAMLET Activates a Lysosomal Cell Death Program in Cancer Cells BAMLET Induces Lysosomal Cell Death Pathway. Molecular cancer therapeutics, 9(1): 24-32.

28. Reguła, A. (2007). Free fatty acid profiles of fermented beverages made from ewe's milk. Le Lait, 87(1): 71-77.

29. Reitelseder, S.; Agergaard, J.; Doessing, S.; Helmark, I.C.; Lund, P.; Kristensen, N.B. and Holm, L. (2011). Whey and casein labeled with L-[1-13C] leucine and muscle protein synthesis: effect of resistance exercise and protein ingestion. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 300(1): E231-E242.

30. Sawyer, L. (2012). β-Lactoglobulin. In Advanced Dairy Chemistry: Volume 1A: Proteins: Basic Aspects, 4th Edition (pp. 211-259). Boston, MA: Springer US.

31. Sharma, S.; Sinha, M.; Kaushik, S.; Kaur, P.; and Singh, T.P. (2013). C-lobe of lactoferrin: the whole story of the half-molecule. BiochemistryResearchInternational, Volume 2013, Article ID 271641,8pages http://dx.doi.org/10.1155/2013/271641.

32. Shi, J.; Li, D. and Zhao, X.H. (2017). Atributos Cualitativos Del Yogur Desnatado Preparado Con Aislado Proteínico de Lactosuero Con Reticulación Encimática o Polimerizado Térmico. CYTA-Journal of Food, 15(1): 34-40.

33. Sousa, G.T.; Lira, F.S.; Rosa, J.C.; de Oliveira, E.P.; Oyama, L.M.; Santos, R.V. and Pimentel, G.D. (2012). Dietary whey protein lessens several risk factors for metabolic diseases: a review. Lipids in health and disease, 11: 1-9.

34. Sumarmono, J. and Sulistyowati, M. (2015). Fatty acids profiles of fresh milk, yogurt and concentrated yogurt from peranakan etawah goat milk. Procedia Food Science, 3: 216-222.

35. Torres, I.C.; Amigo, J.M.; Knudsen, J.C., Tolkach, A.; Mikkelsen, B.Ø. and Ipsen, R. (2018). Rheology and microstructure of low-fat yoghurt produced with whey protein microparticles as fat replacer. International Dairy Journal, 81: 62-71.

36. Yahya, R.S.; Ghanem, O.H.; Foyouh, A.A.; Atwa, M. and Enany, S.A. (2013). Role of interleukin-8 and oxidative stress in patients with hepatocellular carcinoma. Clin Lab, 59(9-10): 969-976.

37. Zhang, T.; McCarthy, J.; Wang, G.; Liu, Y. and Guo, M. (2015). Physiochemical properties, microstructure, and probiotic survivability of nonfat goats' milk yogurt using heat-treated whey protein concentrate as fat replacer. Journal of Food Science, 80(4): M788-M794.