الكولاجين، تركيبه، مصادره، قيمته الغذائية والصحية وتطبيقاته في الغذاء

Collagen, its composition, sources, nutritional and health value, and its applications in food

إعداد

عالية زيارة هاشم

Alia Ziara Hashem

لينا سمير محمد

Lina Samir Muhammad

فليحه حسن حسين

Faliha Hassan Hussein

جامعة البصرة- كلية الزراعة- قسم علوم الاغذية

Doi: 10.21608/asajs.2024.366560

استلام البحث : ١٣ / ٥ /٢٠٢٤

قبول النشـر : ١ / ٦ / ٢٠٢٤

هاشم، عالية زيارة و محمد، لينا سمير و حسين، فليحه حسن (٢٠٢٤). الكولاجين، تركيبه، مصادره، قيمته الغذائية والصحية وتطبيقاته في الغذاء. ***المجلة العربية للعلوم الزراعية***، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، ٧(٢٣)، ١٧- ٣٨.

http://asajs.journals.ekb.eg

الكولاجين، تركيبه، مصادره، قيمته الغذائية والصحية وتطبيقاته في الغذاء

المستخلص:

الكولاجين هو بروتين مهم للحفاظ على نضارة وشباب البشرة وصحة الجلد، ويشكل ثلث محتوى البروتين في الجسم. ويشارك في بناء أنسجة الجسم المختلفة، بما في ذلك الأربطة والأوتار والجلد والعضلات والعظام. يأتي الكولاجين في ستة عشر نوعًا، يتألف الكولاجين من ثلاثة سلاسل ببتيدية تشكل الحلزون الثلاثي وتحتوي على حمض الهيدروكسي برولين والبرولين والكلايسين حيث يشكل النوع الأول ٩٠% من الكولاجين الموجود في الجسم. ضروري لبنية الجسم ووظيفته. فهو يوفر القوة والمرونة للأنسجة، وليونة الجلد والعظام، النوع الثاني يتواجد عادةً في الغضاريف المرنة اما النوع الثالث يدخل في تركيب العضلات موفرًا لها الدعم الذي تحتاجه، كما يدخل في تركيب أعضاء الجسم المختلفة والشرايين. يلعب الكولاجين دورًا هامًا في الجسم، إذ يساعد على منح أنسجة الجسم المختلفة القوة والمرونة التي تتناسب مع بنية ووظيفة كل منها، منح العظام صلابتها ويمنح الجلد نضارته وليونته ومنح الغضاريف مرونتها التي تُساعد المفاصل المتصلة بها على الحركة. لكن عندما يطرأ أي انخفاض في مستويات الكولاجين يمكن أن يؤدي إلى ظهور الخطوط الدقيقة والتجاعيد على الجلد، مما يؤثر على الصحة العامة للجسم. يمكن أن يكون سبب انخفاض مستويات الكولاجين مشاكل في الجهاز الهضمي، وضعف العضلات، وتصلب الأوتار والأربطة، وعدم الراحة في المفاصل، وتدهور الغضروف، وهشاشة العظام. عوامل مثل التدخين والتعرض لفترات طويلة للأشعة فوق البنفسجية الضارة يمكن أن تضر بكولاجين الجلد، مما يقلل من ليونته ويسبب تدهور الجلد. الشيخوخة تبطئ إنتاج الكولاجين، مما يؤدي إلى انخفاض مستوياته وايضا توجد عوامل اخرى مثل الوجبات الغذائية عالية السكر والكربوهيدرات المصنعة، واضطرابات المناعة الذاتية، والقضايا الوراثية يمكن أن تسبب انخفاض في مستويات الكولاجين. لزيادة مستويات الكولاجين، تناول الأطعمة الغنية بفيتامين C، وشرب شاي الجينسنغ، وتناول حساء العظام و البقوليات بأنواعها المختلفة. قد تفيد المساحيق والمكملات الغذائية الجلد والعظام والصحة العامة، ولكن لم يتم إثبات فوائدها بعد. يوصى بمصادر الكولاجين الطبيعية لإنتاج الكولاجين.

الكلمات المفتاحية/ الكولاجين، انواعه، قيمته الغذائية والصحية و تطبيقاته في الغذاء

ABSTRACT

Collagen is an important protein for maintaining fresh, youthful skin and healthy skin, and it constitutes a third of the protein content in the body. It is involved in building various

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

body tissues, including ligaments, tendons, skin, muscles, and bones. Collagen comes in sixteen types. Collagen consists of three peptide chains that form a triple helix and contains hydroxyproline acid, proline, and glycine, where the first type constitutes 90% of the collagen present in the body. Essential for body structure and function. It provides strength and elasticity to tissues, and softness to the skin and bones. The second type is usually found in elastic cartilage, while the third type is involved in the structure of muscles, providing them with the support they need. It is also involved in the structure of the body's various organs and arteries. Collagen plays an important role in the body, as it helps give the body's various tissues the strength and flexibility that suits the structure and function of each of them. It gives the bones their solidity, gives the skin its freshness and suppleness, and gives the cartilage its elasticity, which helps the joints connected to it move. But when there is any decrease in collagen levels, it can lead to the appearance of fine lines and wrinkles on the skin, affecting the overall health of the body. Low collagen levels can be caused by digestive problems, muscle weakness, tendon and ligament stiffness, joint discomfort, cartilage deterioration, and osteoporosis. Factors such as smoking and prolonged exposure to harmful UV rays can damage skin collagen, reducing its elasticity and causing skin deterioration. Aging slows down collagen production, leading to lower levels. Other factors such as diets high in sugar and processed carbohydrates, autoimmune disorders, and genetic issues can cause a decrease in collagen levels. To increase collagen levels, eat foods rich in vitamin C, drink ginseng tea, eat bone broth, and various types of legumes. Powders and supplements may benefit skin, bones, and overall health, but their benefits have not yet been proven. Natural collagen sources are recommended for collagen production**.**

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

Keywords: Collagen, its types, nutritional and health value, and its applications in food

المقدمة

الكولاجين كلمة مشتقة من كلمة يونانية حيث "كولا "تعني صمغ و "جين "تعني إنتاج، الكولاجين هو بروتين الهيكلي اليفي الموجود في الانسجة العضلية الضامة للحيوانات , (**Ramshaw *et al*. 2009**). الكولاجين هو بروتين هيكلي ليفي موجود في الأنسجة الضامة للحيوانات. يشكل الكولاجين نسبة 30-25٪ من محتوى البروتين في الجسم الحيواني، ويوجد في القرنية والعظام والأوعية الدموية والغضاريف وعاج الأسنان، وأجسام اللافقاريات.

الكولاجين هو المكون الرئيسي للأنسجة الضامة و المرتبطة في الجسم، وهو البروتين الأكثر وفرة في جسم الإنسان. يوجد ثمانية وعشرون نوعًا مختلفًا من الكولاجين تم العثور عليها، ولكل منها فريدة من نوعها في توزيعها، البنية والوظيفة في جميع أنحاء الجسم. تم تحديد الكولاجين باستخدام التسميات الرومانية، الكولاجين النوع الأول هو المكون الرئيسي للعظام والجلد، الأسنان والأوتار والأربطة والأربطة الوعائية و الأعضاء ، النوع الثاني موجود في الغضروف واما النوع الثالث يوجد في الجلد والعضلات والأوعية الدموية، الأنواع المتبقية لها وظائف مختلفة في كل الجسد (**Avila Rodríguez *et al*., 2018 و Moskowitz, 2000و León-López, *et al*. 2019**).

يتميز الكولاجين بخصائص وظيفية عديدة، بما في ذلك قدرته على امتصاص الماء، مما يجعله مادة بنائية ممتازة وقادرة على تكوين الهلام والاستحلاب والرغوة والذوبانية .يتم استخدام ببتيدات الكولاجين والجيلاتين في مجالات مختلفة مثل الأغذية والأدوية وصناعة المستحضرات الدوائية ومستحضرات التجميل وصناعة الجلود والأفلام والتصوير التشخيصي بسبب خصائصهم الفريدة.

لقد لفت الكولاجين اهتمام الباحثين بسبب أهميته العلاجية والتغذوية، حيث يمتاز بسهولة امتصاصه من الجهاز الهضمي وفعاليته في تعزيز امتصاص الفيتامينات والعناصر المعدنية. يتألف الكولاجين من ثلاثة سلاسل ببتيدية تشكل الحلزون الثلاثي وتحتوي على حمض الهيدروكسي برولين Hpr والبرولين والكلايسين.

يُظهر الاهتمام بالكولاجين تاريخًا طويلاً يمتد من معالجة الجلود واستخداماتها في الطهي إلى التطبيقات الصيدلانية والطبية الحيوية. تعود أهمية الاهتمام بالكولاجين إلى ميزاته المتعددة وتطبيقاته المتنوعة التي أشارت إليها الأبحاث العلمية . تاتي فوائد استخدام الكولاجين في مجال الطب والصيدلة نتيجة

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

لدوره الحيوي في بنية ووظيفة الكائنات الحية، والتي تتناقص كميته مع تقدم عمر الإنسان و تشير التقديرات إلى أنه بعد سن 25 ينخفض معدل الكولاجين بمقدار 1.5٪ من المعدل الطبيعي، وهو انخفاض لا يتم تعويضه بشكل طبيعي عن طريق تجديد الكولاجين في الجسم، بالتالي يمكن تعويض هذا النقص عن طريق استخدام مكملات الكولاجين في النظام الغذائي أو بواسطة وسائل أخرى ذات صلة من الناحية الفسيولوجية لتعزيز وظائف الأعضاء والجسم بشكل عام **(Kiew and Don, 2013)**.

يُعَد الكولاجين بروتينًا ليفيًا، ويتكون بشكل أساسي من الحمض الأميني الجلايسين بنسبة 33٪، والذي يُعتَبَر سبب استقراره بفعل الروابط الهيدروجينية داخل الجزيئات. كما يحتوي الكولاجين على الحمض الأميني برولين وهيدروكسيل برولين، واللذين يشكلان الهيكل الثلاثي الحلزوني في تركيب الكولاجين بنسبة 22٪ .يتألف جزيء الكولاجين من منطقة حلزونية ثلاثية ومنطقتين غير حلزونيتين، ويتراوح وزنه الجزيئي حوالي 300 كيلودالتون **(Sorushannova *et al* ., 2018).**

هيكل الكولاجين

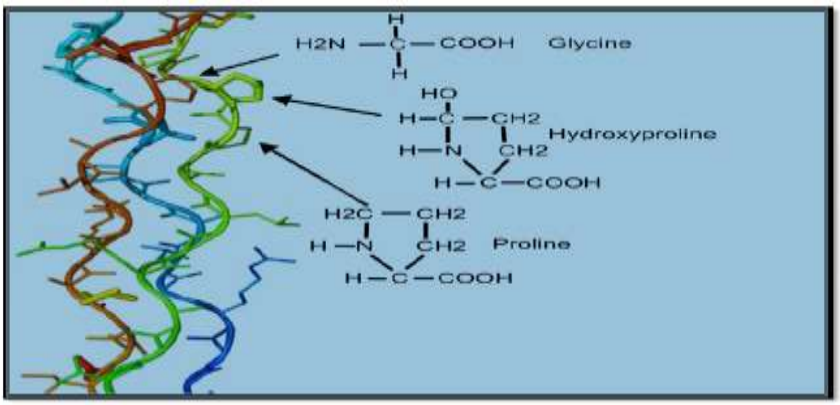
الوحدة الهيكلية الأساسية للكولاجين هي جزيء التروبوكولاجين α-helix - الأيسر ، المكون من ثلا ثة سلاسل متعددة الببتيد ، ملفوفة حلزونية. تتشكل ألياف الكولاجين من خلال تراكم جزيئات التروبوكولاجين بواسطة الروابط الجانبية الكهروستاتيكية والطارئة للماء يؤدي التجميع الإضافي إلى إنشاء روابط متقاطعة مثل الروابط التساهمية أو غير التساهمية بين أزواج الأحماض الأمينية ليسين-ليسين (Lys-Lys)وهيدروكسي برولين - هيدروكسي برولين (Hpr-Hpr) **(Meyer, 2019; Burjanadze, 2000; Domene *et al*., 2016)**. ينتج هيكل جزيء الكولاجين بشكل أساسي عن التفاعل بين مكونات بناء الببتيدا ت المتعددة. يختلف تكوين الأحماض الأمينية ومقدارها في سلاسل البولي ببتيد بين أنواع مختلفة من الكولاجين. ومع ذلك فإنها تظهر بعض السمات الهيكلية المشتركة. تم وصف ستة أنواع مختلفة من الوحدات الفرعية وهي تتكون من ثلاث سلاسل متطابقة (homotrimer)أو ثلاث سلاسل مختلفة (heterotrimer) أو خليط من نفس السلاسل وسلسلة واحدة مختلفة. لا يتكون جزيء الكولاجين فقط من شظايا حلزونية - المجالات غير الحلزونية أيضا مميزة لبعض أنواع الكولاجين (**Meyer, 2019;** ; **Birk and Bruckner, 2015 Burjanadze, 2000**).

الجلايسين (Gly) هو حمض الكولاجين الأميني الرئيسي، فهو يقع في حوالي كل ثالث بقايا من الاحماض ألامينية في سلسلة بولي ببتيد واحدة (حوالي

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

٣٥٪). برولين (Proline (Pro) هو ثاني حامض أميني وفير موجود بكمية ١٢٪ من جميع الأحماض الأمينية. نادرًا ما توجد الاحماض الامينية ولكن المهمة منها هي ليسين **(Lys)** وألانين (Aal) ، بالإضافة إلى الأسبارتيك (Asp) ، الجلوتاميك (Glu)والأرجينين(Arg) . السمة المميزة للبنية الجزيئية للكولاجين هي حدوث كميات متساوية تقريبًا من الأحماض الأمينية الأساسية والحمضية (**شكل ١**). بالإضافة إلى ذلك ، يمكن تمييز تركيز كبير من الهيدروكسي برولين (Hpr) والهيدروكسي ليسين (Hyl) في تكوين سلسلة البولي ببتيد. هذان الحامضان الأمينيان مسؤولان عن إنشاء هياكل عالية المستوى ويتم إنتاجهما بالفعل من خلال معالجة البروتين الإنزيمي **(Meyer, 2019; Burjanadze, 2000; Birk and Bruckner, 2015; Czubak and Żbikowska, 2014).**

يختلف تكوين الأحماض الأمينية ومقدارها في سلاسل البول ببتيدبين أنواع مختلفة من الكولاجين. يتمتع الكولاجين بامتلاكه خصائص وظيفية عديده منها قدرته العالية عالية على امتصاص الماء، مما يجعله مكونًا جيدًا للتركيب ، وتكوين الهلام، والاستحلاب والرغوة والذوبانية . بشكل عام ، تم استعمال ببتيدات الكولاجين والجيلاتين على نطاق واسع في مجالات مختلفة مثل الأغذية والأدوية والصناعات الدوائية ومستحضرات التجميل وصناعات الجلود والأفلام والتصوير التشخيصي نظرًا لخصائصه الفريدة (**Bama *et al*,. 2010**).



شكل (1) **تسلسل الاحماض الامينية في الكولاجين(Berillis, 2015)**

اخذ الكولاجين اهتمام العديد من الباحثين لاهميتة العلاجية والتغذويه إذ يمتاز بسهوله امتصاصه من الجهاز الهضمي وفعاليته الحيوية وتعزيزه لامتصاص الفيتامينات والعناصر المعدنية, إذ يتألف الكولاجين أو مايدعى بالتروبوكولاجين من

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

ثلاثة سلاسل ببتيدية تشكل الحلزون الثلاثي يتميز فيها وجود الحامض الاميني Hpr و Pro وGly (**Gelse *et al*.,2003**) .

يعتبر الكولاجين من البروتينات الليفية والتي تتكون بصورة رئيسة من الحامض الاميني الكلايسين والذي يرجع له سبب استقراره بفعل الروابط الهيدروجينية داخل الجزيئات ونسبته ٣٣% والحامض الاميني البرولين والهيدروكسيل برولين والذي يشكل البنية الثلاثية الحلزونية في تركيبه ويشكل نسبته ٢٢ % يتكون جزيئة الكولاجين من منطقة حلوزنية ثلاثية ومنطقتان غير حلزونيتان اذ تتراوح وزنه الجزيئي ٣٠٠ كليودالتون (**Sorushannova *et al* ., 2018**).

التخليق الحيوي للكولاجين

يتم ترميز عائلة بروتين الكولاجين بواسطة ٤٤ جينًا موجودًا على الزوج السابع عشر من الكروموسومات. التخليق الحيوي للكولاجين يتكون من عدة خطوات ويحدث في مناطق مختلفة بالداخل وخارج الخلية **Czubak Żbikowska, (2014)**. بداية هذه العملية لا يختلف كثيرًا عن تخليق أي بروتين آخر في جسم الإنسان. تبدأ عملية التخليق الحيوي بنسخ المعلومات الوراثية في نواة الخلية، ثم نسخة mRNA تترك النواة وتذهب إلى الشبكة الإندوبلازمية (ER) الشبكة الإندوبلازمية (ER) هي المكان الذي توجد فيه المعلومات الوراثية وقد تمت ترجمتها. ونتيجة لهذه العملية، يتم تكوين جزيء جديد يسمى ما قبل البروكولاجين. ويحتوي ما قبل البروكولاجين في تركيبه على جزء من الببتيد وهو المسؤول عن تحديد وتوصيل جزيء البولي ببتيد إلى المكان المناسب في الشبكة الإندوبلازمية (ER). تعتبر الأجزاء النهائية الموجودة في كلا الطرفين أيضًا أجزاء مميزة من هذه السلسلة. وبفضلهم، يتم اختيار سلاسل البوليببتيد المناسبة لتكوين البروكولاجين αhelix، كما أنها تعيق التطور المبكر لألياف الكولاجين بسبب سلاسل الببتيد المناسبة **Moraąg and Burza, 2017; Brodsky and Ramshaw, (1997).**

مصادر الكولاجين

يعتبر الكولاجين في الماضي يستخلص من جلود وأرجل الخنازير والأبقار .ومع ذلك، نظرًا للاعتبارات الدينية والمخاوف المتعلقة بنقل الأمراض من الحيوانات إلى البشر، خاصة بالنسبة لأمراض مثل جنون البقر والحمى القلاعية، اضطر الباحثون إلى إيجاد مصادر بديلة غنية بالكولاجين لذلك، لوحظ أن بعض الأسماك أو بقاياها تحتوي على نسب جيدة من الكولاجين وتتمتع بخصائص مفيدة، اقترح الباحثون استخدام هذه المصادر كبديل للكولاجين المستخلص من الثدييات.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

هناك مصادر أخرى للكولاجين مثل رقبة الدجاج والغضاريف الجنينية القصية والأنسجة العظمية وذيل الكنغر وذيل الجرذ وأقدام البط وجلد الخيول والغضروف والعضلات القابضة وعظام التمساح وأقدام الطيور وجلود الأغنام والضفادع .ومن السهل الحصول على هذه المصادر بأسعار معقولة، ولكن يجب توخي الحذر في استخدامها بشكل مفرط حتى لا يؤدي ذلك إلى انقراض تلك الحيوانات. بالإضافة إلى ذلك، يعتبر استخدام بقايا الأسماك المستخدمة في منتجات مثل سمك الرنجة المخللة والمملحة والسلمون المدخن مصدرًا جيدًا للكولاجين (**شكل ٢**)، حيث لا تتغير صفات الكولاجين بفعل عمليات التصنيع وتكون لديها درجة دنترة أكبر مقارنة بأنواع الكولاجين المأخوذة من الجلود المتبلة أو المملحة .وأظهرت الدراسات أن قشور الأسماك تشكل حوالي 5% من نفايات صناعة الأسماك (**Gomez-Guillen *et al*., 2011; Wang and Regenstein , 2009**).

شكل (٢) اغذية غنية بالكولاجين الطبيعي

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

كما وجدوا ان الخيار الأحمر العملاق يمثل مصدر جيد للكولاجين النوع الأول الا انه يحتوى على نسبة قليلة من الاحماض الامينية amino acid مقارنته باسماك المياه الباردة اذ يمكن استعماله كبديل لكولاجين الثدييات في الصناعات الغذائية والطبية(**Liu *et al* ., 2010**).

أنواع الكولاجين

تركيب الكولاجين يتنوع ويشمل عدة أنواع مميزة، ويمكن تصنيفها بناءً على التركيب الجزيئي إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

1-الكولاجين الليفي : يتضمن الأنواع (I و II و III) يشكل هذا النوع الكولاجين الألياف الليفية التي تتراكب معًا لتشكل هياكل قوية ومتينة، يوجد بشكل رئيسي في الأنسجة الضامة مثل الجلد والعظام والأربطة.

2-الكولاجين (الغشاء القاعدي) غير الليفي :يتضمن النوع IV ويشكل هياكل تشبه الصفائح في الأغشية القاعدية، يوجد بشكل رئيسي في الأغشية البينية للأنسجة والأعضاء.

3-الكولاجين (الألياف الدقيقة) الخيطي :يتضمن الأنواع (VI و VII) يتكون الكولاجين الخيطي من روابط متبادلة من الكبريتيد الثنائي، ويشكل شبكة من الخيوط الرقيقة التي تترابط مع ألياف الكولاجين الأخرى .الكولاجين النوع VII يتجمع بشكل ألياف ويترابط مع أغشية الطبقة السفلية الظهارية للأنسجة ويساعد في تعزيز الهياكل الأخرى في الأنسجة اللحمية.

هناك أيضًا نوع يسمى الكولاجين المرتبط بالحلزون الثلاثي(helix) ، ويتضمن الأنواع (IX و XII وXIV) يرتبط هذا النوع بشكل جزيئات مفردة مع الألياف الكولاجينية الكبيرة ويساهم في التحكم في قطر الألياف الكولاجينية. هناك أيضًا الكولاجين الشبكي الذي يتضمن الأنواع X و VIII بالإضافة إلى ذلك، هناك أنواع أخرى مثل الكولاجين XIII و XVII و XXIII و XXV والتي تتواجد بين الأغشية الخلوية (**Gordon and Hahn, 2009 و Gelse *et al* ., 2003 و Franzke *et al* ., 2003**)

طرائق استخلاص الكولاجين

هناك العديد من طرق استخلاص الكولاجين من مصادر مختلفة ومن بين هذه الطرق، يمكن استخلاص الكولاجين من مخلفات الأسماك باستخدام حامض الخليك أو بواسطة إنزيم الببسين (**Zhang *et al*., 2007**). تعتمد طريقة الاستخلاص الحامضية على استخدام حوامض عضوية مثل حامض الخليك وحامض اللاكتيك وحامض الستريك، وكذلك حوامض غير عضوية مثل حامض الهيدروكلوريك وتوضح الدراسات أن أفضل تركيز لاستخلاص الكولاجين هو 0.5 M لحامض

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

الخليك واللاكتيك مقارنةً بحامض الستريك والهيدروكلوريك (**Skierka and Sakowska, 2007**).

قابلية الكولاجين للذوبان في المذيبات الحامضية تعتبر عاملاً أساسيًا في عملية الاستخلاص وتتأثر هذه القابلية بشكل كبير بتركيز الحامض، حيث تزداد قابلية الذوبان في وسط الاستخلاص الحاوي على كميات من البروتين +H الذي يعمل على دخول الماء إلى ألياف الكولاجين ويحتجزه بفعل القوى الكهروستاتيكية وعندما يكون الرقم الهيدروجيني للمحلول بعيدًا عن نقطة التعادل الكهربائي تزداد الشحنة الصافية للبروتين مما يعزز ذوبان الكولاجين، وعندما يكون مجموع الشحنة الصافية للبروتين عند نقطة التعادل الكهروبائي يساوي الصفر يحدث ترسيب للبروتين(**Kiew and Don, 2013وVojdani, 1996**).

تمكن الباحثون أيضًا من استخلاص الكولاجين بالطريقة الحامضية من قشور مجموعة من الأسماك البحرية مثل سمك السحلية (Saurida spp.) وسمك الماكريل (*Trachurus japonicus*) وسمك البوري (*Mugil cephalus*) وسمك الدنيس الأصفر (*Dentex tumifrons*) (**Minh Thuy *et al*., 2014**) تم أيضًا استخلاص الكولاجين بالطرق الكيميائية والأنزيمية من جلد وقشور وزعانف الأسماك، وأظهرت هذه المخلفات ارتفاعًا ملحوظًا في نسبة البروتين ويمكن استخدامها كمصدر بديل لكولاجين الثدييات في العديد من التطبيقات الطبية والصيدلانية (**Mahboob, 2014**) ، على سبيل المثال تم استخلاص وتوصيف كولاجين النوع الأول من مخلفات سمك البلطي (*Oreochromis niloticus*) بطريقة الاستخلاص الحامضية واستخلاصه في الببسين، وبلغت نسبة الحاصل على أساس الوزن الجاف 22% و 56% على التوالي(**Sujithra *et al*., 2013**) .

أيضًا، تمكن الباحثون من استخلاص وتوصيف كولاجين النوع الأول من قشور سمك البلطي النيلي (*Oreochromis niloticus*) المذاب في الببسين، ووجدوا أن كمية الحاصل بلغت 2.94% على أساس الوزن الجاف.(**Pamungkas *et al*., 2019**)

تطبيقات الكولاجين

الفوائد الصحية للكولاجين

فعلاً، هناك العديد من الفوائد الصحية والغذائية المرتبطة بالكولاجين، والتي دفعت الصناعات إلى إنتاج مكملات الكولاجين بهدف دعم الجلد والشعر والأظافر وأنسجة الجسم المختلفة (**Wong, 2010 وKing'ori, 2011**).

يعتبر الكولاجين مهمًا لصحة الجلد ووظيفته، حيث يعزز قدرة الجلد على امتصاص الماء من الطبقة الخارجية للجلد ويساعد في ترطيب أنسجة الجلد وتقليل التجاعيد .كما يساهم في إعادة بناء بنية المفاصل التالفة وتحسين أداء القلب والأوعية

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

الدموية، ويعزز الأرجينين الموجود في الكولاجين من كتلة العضلات (**King'ori, 2011**).

تمت دراسة فعالية الكولاجين من النوع الثاني في علاج التهاب المفاصل الروماتويدي، وهو التهاب مزمن يتميز بألم وتورم وتيبس مفاصل متعددة (**Zhang *et al.*, 2008**) . وقد أظهرت الدراسات أن استخدام كولاجين من أرجل الدجاج من النوع الثالث لمرضى التهاب المفاصل الروماتويدي وتورم المفاصل، ساعد في تخفيض الألم والتورم وتيبس المفاصل خلال 6 أشهر من العلاج بالكولاجين(**شكل ٣**).

شكل (٣) كولاجين مفيد للمرضع ومرضى السكر والضغط

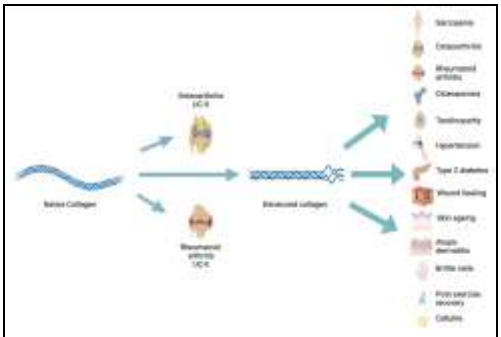
الكولاجين كمضافات غذائية

تشير المضافات الغذائية إلى المواد التي تُضاف إلى الأطعمة أثناء المعالجة لتحسين اللون أو الملمس أو النكهة أو جعل الصفات الحسية أفضل .تشمل هذه المضافات مضادات الأكسدة والمستحلبات والمكثفات والمواد الحافظة والملونات، يستخدم الكولاجين كمضاف غذائي في صناعة السجق، وذلك لتحسين الخصائص الحسية وضمان وجود الألياف الغذائية الحيوانية بكميات كافية (**Neklyudov, 2003**).

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

تبين الدراسات أن ألياف الكولاجين التي تتم معالجتها بالحرارة لديها إمكانية جيدة كمستحلب في التطبيقات الغذائية، وخاصةً في خلطات الأطعمة والمشروبات الحمضية .وبناءً على **(Gray, 2011)**، يمكن أن تكون ألياف الكولاجين المستقرة حراريًا بديلاً طبيعيًا للمستحلبات الصناعية.

تم استخدام الكولاجين لاستبدال اللحوم الخالية من الدهون في بعض المنتجات، مثل تصنيع "Bolotia"الخشنة ومستحلب "بولوتيا "الناعم، عن طريق استبدال اللحوم الخالية من الدهون بالكولاجين، ولم يُلاحظ أي تغييرات غير مرغوبة في الانكماش وتغير الحجم واستقرار المستحلب ومحتوى الرطوبة والدهون والبروتين .كما لم يؤثر استبدال الكولاجين على درجة الحموضة (pH)وفقدان الطهي والتغير اللوني .تم أيضًا إضافة كولاجين من أرجل البط المستخدمة في إنتاج السوريمي ودراسة تأثيرها على الخواص الفيزيائية والكيميائية، وأظهرت الدراسة أن إضافة الكولاجين أدت إلى تحسين تشتت قوة الهلام وصلابة الجل .تم أيضًا دراسة اختبار الطهي وتغير اللون، وتوصت الدراسة باستخدام الكولاجين كبديل لمضافات البروتين لتطوير جودة المنتج **(Huda *et al*., 2013)**. يعد فحص مستويات فيتامين C أمرًا بالغ الأهمية لتأثيرات مكملات الكولاجين. هناك حاجة إلى مزيد من الأبحاث حول فوائد الكولاجين لالتهاب المفاصل وتقوية العضلات. ينبغي أن تركز الدراسات الإضافية على عينات وعوامل محددة للحصول على ملاحظات دقيقة وأدلة أقوى **(Ray, 2020و Oertzen-Hagemann et *al*., 2019)**. تُظهر مكملات الكولاجين تأثيرات علاجية إيجابية على آلام التهاب المفاصل، والسكري من النوع الثاني، والتئام الجروح، وشيخوخة الجلد، وتكوين الجسم، والقوة (**Steele, 2022**) (**شكل ٤**).



شكل (٤) المناطق التي توجد فيها المؤشرات السريرية لمكملات الكولاجين (Steele, 2022)

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

وفي دراسة أجراها **العبادي (2021)**، تم استخلاص الكولاجين من قشور بعض الأسماك النهرية والبحرية، مثل أسماك الكارب والشانك والعروسة، باستخدام الطرق الكيميائية والإنزيمية .وتم استخدام الكولاجين المستخلص لتمديد عمر تخزين أقراص اللحم البقري عند التخزين في البرودة لمدة 110 يومًا، وبعد إضافة المستخلص بتراكيز مختلفة لاحظ أن التركيز البالغ 150ملغم 100/غرام أعطى أفضل الخصائص الحسية. أوصت النتائج بأستغلال انواع اخرى من المخلفات المتمثلة بقشور الاسماك ودراسة امكانية انتاج مواد ذات قيمة تجارية عالية والمساهمة في خفض التلوث الناجم عن هذه المخلفات , وامكانية ادخال المتحللات الكولاجينية في التطبيقات الغذائية والصيدلانية وتوفير الاجهزة الحديثة لانتاج الكولاجين على نطاق تجاري لما له من مردود اقتصادي جيد.

الكولاجين كأغشية وطلاءات صالحة للأكل

الاغشية والطلاءات الصالحة للآكل وهي مواد توضع على الاطعمة او داخلها في طبقات رقيقة بالتغليف او الغمر او بالفرشاة او الرش **(Green,2003)** ان التطبيق الرئيسي لاغشية الكولاجين يكون ناتج عـن الغشاء المتكون الذي يكون بمثابة حاجز للحماية من نفاذ الرطوبة من و الى المادة الغذائية والمواد المذابة مما يوفر الحماية والصلابة الهيكلية للمنتجات **(Dahm,2011)**، اذ حضرت اغلفة من كولاجين جلود الابقار لتغليف السجق واستعمال غشاء الكولاجين لتغليف لحم الخنزير منزوع العظم وشرائج السمك ولحم البقري المشوي التي قللت من انكماش الطهي وقلة الفقدان في عصارة المنتج (**Gennadios, *al et*., 1997**) .

استخلص **(Greene ,2003)** الكولاجين من جلود الدجاج ووضعها على طعام القطط الجاف وتجفيفها لتشكيل طبقة سطحية تعمل كحاجز وقائي ضد الاكسدة وقام **(Gennadios *et al*.,1997)** استبدال الاغلفة الصناعية البلاستيكية بأغلفة الكولاجين لغرض لف مكعبات لحم البقر وتجميدها مدة 20اسبوعا ساعد في الحافظ على الصفات الحسية والتقليل مـن الاكسدة والنمو الميكروبي (شكل٥).

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

شكل (٥) اغشية الكولاجين

الكولاجين في المشروبات

تعد المشروبات المحتوية على الكولاجين اتجاهًا جديدًا في السوق العالمية، بما في ذلك مشروبات الكولاجين الصويا والكاكاو والكابتشينو، وعصير الكولاجين، ومشروب عش الطيور مع الكولاجين .ووفقًا لـ (**Tree, 2012**)، يساعد تناول مشروبات الكولاجين الغنية بالطاقة في تعزيز قدرة الجسم على إنتاج الأنسجة الدهنية. يُعتقد أن مشروب الكولاجين يحفز آلية ضخ الكولاجين في الجسم ويعزز أنسجة الجسم ويقلل من تجاعيد الجلد وترهله (**شكل٦**) . تمت إجراء العديد من الدراسات حول مشروب الكولاجين من قبل مؤسسات البحث والتطوير .على سبيل المثال، قامت شركة Industries Dairy Malaysia (MDl) بإضافة ببتيدات الكولاجين إلى مشروبها المغذي بروبيوتيك، والذي يحتوي على البيوتك ويتم إضافة 500ملغم من ببتيدات الكولاجين و 30ملغم من فيتامين C. تعمل ببتيدات الكولاجين كمكونات أساسية في تركيب الكولاجين وتجميعه، تم أيضًا إنتاج مشروب فيتامين كولاجين لتحفيز نمو البكتيريا النافعة في الأمعاء **.(Karim and Bhat, 2009)**

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

شكل (٦) مشروب الكولاجين

الاستنتاجات

لقد أثبت الكولاجين أنه عنصر مهم في صناعات الأغذية والمشروبات، لقد طبق الكولاجين كمكملات غذائية للبروتين، والناقلات في تجهيز اللحوم والأخشاب الصالحة للأكل والطلاءات المنتجات والمضافات الغذائية لتحسين المنتجات جودة. بالإضافة إلى ذلك، قد يعزز الكولاجين الصحة والقيمة الغذائية للمنتجات. يبدو أن مكملات الكولاجين ومشتقاته التي يتم تناولها في مجموعة من الصيغ، والتي تم فحصها لفترة طويلة في نماذج حيوانية مختلفة، وكذلك البشر، تحمل وعدًا كبيرًا كنهج مساعد أو مستقل قائم بذاته لأغراض التدخل في دورة آلام هشاشة العظام. ومع ذلك، هناك حاجة إلى أدلة أكثر تعميمًا على الفوائد أو المخاطر طويلة المدى للكولاجين عن طريق الفم، إلى جانب البيانات التي توضح آليات العمل الممكنة لهذا النهج العلاجي. على وجه الخصوص، نظرًا للآثار العميقة للتأكيد على أن الكولاجين عن طريق الفم لا يزيد من تخليق الكولاجين فحسب، بل يزيد أيضًا من تخليق مكونات مصفوفة الغضاريف الصغيرة الأخرى مثل الجليكوزامينوجليكان وحمض الهيالورونيك، فإن المزيد من العمل في هذا المجال قد يكون له آثار عميقة على تطوير علاج هذا المرض. تظهر الدراسات السريرية أيضًا أن الكولاجين غير المشوه من النوع الثاني يؤثر بشكل إيجابي على التهاب المفاصل وأن الأشكال المختلفة من هيدروليزات الكولاجين وابتلاعه المستمر يساعد على تقليل ومنع آلام المفاصل وفقدان كثافة

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

العظام وشيخوخة الجلد هي عوامل مقنعة بنفس القدر ويجب أن تكون كذلك تتكرر في عينات أكبر وأكثر تنوعًا من التهاب المفاصل العظمي.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

المصادر

العبادي ، حلا هاني محمد. (2021) .توصيف الكولاجين المستخلص من قشور الاسماك وانتاج متحلل كولاجيني فعال حيويا بالنظم الانزيمية. رسالة ماجستير.

Avila Rodríguez, M. I., Rodríguez Barroso, L. G. & Sánchez, M. L. (2018). Collagen: A review on its sources and potential cosmetic applications. *J. Cosmet. Dermatol.,* 17(1), 20-26. doi:10.1111/jocd.12450.

Bama, P., Vijayalakshimi, M., Jayasimman, R., Kalaichelvan, P. T., Deccaraman, M., and Sankaranarayanan, S. (2010). Extraction of collagen from cat fish (Tachysurus maculatus) by pepsin digestion and preparation and characterization of collagen chitosan sheet. *International journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*, *2*(4), 133-137.

Berillis,P.(2015). Marine collagen: Extraction and Applications. Research Trends in Biochemistry, Molecular Biology and Microbiology ,pp:1-13.

Birk D.E., Bruckner P.: Collagen Suprastructures. Collagen. Springer (2015) 185-205.

Brodsky B. Ramshaw J.: The collagen Triple – Helix Structure.
Matrix Biology (1997) 545-554.

Burjanadze T.V.: New analysis of the Phylogenetic Change of
Collagen Thermostability. Biopolymers 53 (2000) 523-528.

Czubak K., Żbikowska H.: Struktura, funkcja i znaczenie biomedyczne kolagenów. Annales Academiae Medicae Silesiensis
68 (2014) 245-254.

Dahm, C. (2011). Final report. Alternative use of hides. Literature and patent review. Australia: Meat and Livestock Australia Limited. doi:10.1016/j.foodchem.2006.09.053.

ISSN: 2537-0804 **eISSN: 2537- 0855**

Domene C., Jorgensen C., Wajid Abbasi S.: A perspective on structural and computational work on collagen. Physical Chemistry Chemical Physics 18 (2016) 24802-24811.

Franzke, C.W.;Tasanen, K.;Schumann, H. and Bruckner-Tuderman, L. (2003). Collagenous transmembrane proteins: Collagen XVII as a prototype. Matrix Biology, 22(4):299-309.

Gelse, K.; Poschl, E. and Aigner, T.(2003). Collagens – structure, function, and biosynthesis. Advanced Drug Delivery Reviews , 55(12): 1531-1546.

Gennadios, A.; Hanna, M. A. and Kurth, L. B. (1997). Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: A review. LWT- Food Science and Technology 30: 337-350.

Gomez-Guillen, M.C.; Gimenez, B.; Lopez-Caballero, M.E. and Montero, M.P. (2011). Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. Food Hydrocolloids , 25 (8):1813-1827.

Gordon, M.K. and Hahn, R.A. (2009). Collagens. Cell and Tissue Research , 339(1):247-257.

Gray, N. (2011). Collagen fibre shows potential as emulsifier. Downloaded from http://www.foodnavigator.com/ Science-Nutrition/ Collagen-fibre-shows-potential- as- emulsifier on 30/07/2012.

Greene, D. M. (2003). Use of poultry collagen coating and antioxidants as flavor protection for cat foods made with rendered poultry fat.Virginia, United States: Virginia Polytechnic Institute and State University, MSc thesis.

Huda, N.; Seow, E. K.; Normawati, M. N.; Nik Aisyah, N. M.; Fazilah, A., and Easa, A. M. (2013). Effect of duck feet collagen addition on physicochemical properties of surimi. International Food Research Journal 20 (2): 537–544.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

Karim, A. A. and Bhat, R. (2009). Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. Food Hydrocolloids 23 (3): 563–576.

Kiew, P. L., and Don, M. M. (2013). Modified Lowry's method for acid and pepsin soluble collagen measurement from Clarias species muscles. *Sci. Rep*, *2*, 1-5.

Kiew,P.L. and Don, M.M.(2013). The influence of acetic acid concentration on the extractability of collagen from the skin of Hybrid clarias sp. and its physicochemical properties: A preliminary study. Focusing on Modern Food Industry , 2 (3): 123-128.

King'ori, A.M. (2011). Review of the uses of poultry eggshells and shell membranes. International Journal of Poultry Science 10 (11): 908-912.

León-López, *et al*. (2019). Hydrolyzed collagensources and applications. *Molecules*, 24(22), 4031. doi:10.3390/molecules24224031.

Liu, Z.; Oliveira, A.C.M. and Su, Y.-C. (2010). Purification and characterization of pepsin-solubilised collagen from skin and connective tissue of giant Redsea cucumber (Parastichopus californicus) . Journal of Agricultural and Food Chemistry , 58 (2) :1270-1274.

Mahboob,S.;Haider,S.; Sultana,S.; Al- Ghanim,K.A.; Al-Misned,F.; Al- Kahem Al-Balawi,H.F.and Ahmad,Z.(2014). Isolation and characterisation of collagen from the waste material of tow importnt freshwater fish species. The Journal of Animal and Plant Sciences, 24(6): 1802-1810.

Meyer M.: Processing of collagen based biometrerials and the resulting materials properties. BioMedical Engineering OnLine (2019.

ISSN: 2537-0804 **eISSN: 2537- 0855**

Minh Thuy,L.T.; Okazaki,E. and Osako,K.(2014). Isolation and characterization of acid-soluble collagen from the scales of marine fishes from Japan and Vietnam. Food Chemisrty , 149: 264-270.

Morąg M., Burza A.: Budowa, właściwości i funkcje kolagenu oraz elastyny w skórze. Journal of Health Study and Medicine 2 (2017) 77-100.

Moskowitz, R. W. (2000). Role of collagen hydrolysate in bone and joint disease. *Semin. Arthritis Rheum.,* 30(2), 87-99. doi:10.1053/sarh.2000.9622.

Neklyudov, A. D. (2003). Nutritive fibers of animal origin: Collagen and its fractions as essential components of new and useful food products. Applied Biochemistry and Microbiology 39 (3): 229-238.

Oertzen-Hagemann V, *et al*. (2019). "Effects of 12 weeks of hypertrophy resistance exercise training combined with collagen peptide supplementation on the skeletal muscle proteome in recreationally active men". *Nutrients* 11.5 (2019): 1072.

Pamungkas,B.F.; Supriyadi.; Murdiati,A. and Indrati,R.(2019). Characterization of the acid- and pepsin-soluble collagens from haruan(Channa striatus) scales. Pakistan Journal of Nutrition, 18(4):324-332.

Ramshaw JA, Peng Y, Glattauer V, Werkmeister JA) 2009 (Collagens as biomaterials. J. Mater. Sci. Mater. Med.; 20 (1): S3–S8.

Ray, M. (2020). Collagen Supplements and Osteoarthritis Pain: How Persuasive is the Evidence? *EC Orthopaedics* 11.8 (2020): 28-39**.** https://www.researchgate.net/publication/343047423.

ISSN: 2537-0804 **eISSN: 2537- 0855**

Skierka, E. and Sakowska, M. (2007). The influence of different acids and pepsin on the extractability of collagen from the skin of Baltic cod (Gadus morhua). Food Chemistry , 105(3): 1302-1306.

Sorushanova, A., Delgado, L. M., Wu, Z., Shologu, N., Kshirsagar, A., Raghunath, R., ... & Zeugolis, D. I. (2019). The collagen suprafamily: from biosynthesis to advanced biomaterial development. *Advanced materials*, *31*(1), 1801651.

Sujithra, S.; Kiruthiga, N.; Prabhu,M. J. and Kumeresan, R. (2013). Isolation and determination of type i collagen from Tilapia (Oreochromis niloticus) waste. International Journal of Engineering and Technology , 5 (3) : 2181- 2185.

Steele, C. (2022). Collagen: A Review of Clinical Use and Efficacy. *Nutr. Med. J., 1*(2), 12-36.

Tree, A. (2012). What is a collagen drink? Downloaded from http://www.wisegeek.com/what- is-a-collagen- drink.htm on 7/8/2012.

Vojdani, F.(1996). Solubility. In: Methods of testing protein functionality, Hall, G.M. (eds.), Great Britain: St. Edmundsbury Press.pp:11-60.

Wang, Y. and Regenstein, J.M.(2009). Effect of EDTA, HCl and citric acid on Ca salt removal from Asian (silver) carp scales prior to gelatin extraction. Journal of Food Science , 74 (6): 426-431.

Wong, L. Z. (2010). Good skin food. Downloaded from http://thestar.com.my/lifestyle/story.asp?sec=lifelivin *g&ile=/2010/6/24/lifeliving/6469163* on 4/9/2012.

Zhang, L.; Wei, W.; Xu, J.; Bao, C.; Ni, L. and Li, X. (2008). A randomized, double-blind, multicenter, controlled clinical trial of chicken type II collagen in patients with rheumatoid arthritis. Arthritis and Rheumatism 59: 905-910.

ISSN: 2537-0804 **eISSN: 2537- 0855**

Zhang, Y.; Liu, W.; Li, G.; Shi, B.; Miao, Y. and Wu, X. (2007). Isolation and partial characterization of pepsin-soluble collagen from the skin of grass carp (Ctenopharyngodon idella). Food Chemistry , 103(3):906–912.

ISSN: 2537-0804 **eISSN: 2537- 0855**