المركز العربي للتغذية
ARAB CENTER FOR NUTRITION
ACNU أسنو

المجلة العربية للغذاء والتغذية

مجلة فصلية محكمة يصدرها المركز العربي للتغذية

السنة الثانية و العشرون - العدد الثالث والخمسون - ٢٠٢٢م

المجلة العربية للغذاء والتغذية
Arab Journal of Food & Nutrition

مجلة فصلية محكمة

تصدر عن المركز العربي للتغذية-مملكة البحرين

تعني بشؤون الغذاء والتغذية والأمن الغذائي في الوطن العربي

السنة الثانية و العشرون، العدد الثالث و الخمسون، ٢٠٢٢م

رئيس التحرير

أ.د.عبدالرحمن عبيد مصيقر

المركز العربي للتغذية-مملكة البحرين

هيئة التحرير

أ. د.حامد رباح تكروري	الجامعة الأردنية- الأردن
أ. د.حمزة أبو طربوش	جامعة الملك سعود - السعودية
أ. د.أشرف عبد العزيز	جامعة حلوان - مصر
أ. د.نجاة مختار	جامعة بن طفيل - المغرب

سكرتارية المجلة

د. معتصم القاضي

الطباعة والصف

عبدالجليل عبدالله

المراسلات

رئيس التحرير، المجلة العربية للغذاء والتغذية

المركز العربي للتغذية

ص.ب:٢٦٩٢٣ المنامة-مملكة البحرين

هاتف: ٠٠٩٧٣١٧٣٤٣٤٦٠- فاكس: ٠٠٩٧٣١٧٣٤٦٣٣٩

البريد الالكتروني:amusaiger@gmail.com

التسجيل في وزارة الإعلام-البحرين SSRM 255

الرقم الدولي الموحد للمجلة: ISSN 1608-8352

الآراء الواردة في المقالات المنشورة بالمجلة تعبر عن وجهة نظر أصحابها، ولاتعبر بالضرورة عن رأي المركز العربي للتغذية

الفعالية الحيوية والخصائص الوظيفية لمتحللات البروتين المحضرة من مخلفات صناعة الأسماك والمنتجات البحرية

خالد حسك عبد الحسن ، محمد زيارة اسكندر، سنان جودة عبد العباس، حسن هادي مهدي
قسم علوم الأغذية ، كلية الزراعة، جامعة البصرة ، العراق

الخلاصة

تمثل الممارسات المتعلقة بتجهيز وصناعة الأسماك إنتاج كميات كبيرة من المنتجات الثانوية سنويًا مثل الجلد والرؤوس والأحشاء والشرائح المقطوعة، وعدم استغلال مثل هذه المنتجات يؤدي إلى خسائر اقتصادية وآثار سلبية على البيئة إذ غالباً ما تستخدم لإنتاج منتجات ذات قيمة تجارية منخفض، مثل علف للحيوانات وتربية الأحياء المائية. ومع ذلك تحتوي هذه المنتجات على مكونات ذات قيمة غذائية عالية مثل الزيوت الغنية بالأوميغا ٣ والبروتينات والكولاجين والإنزيمات والببتيدات النشطة حيوياً . إن استغلال النواتج الثانوية يتركز في الحصول على هذه المواد ذات الأصل السمكي بدءاً من المراحل الأولية حتى تحللها وتنقيتها، ومن ثم تنتهي بالتطبيقات والخصائص الوظيفية لهذه المركبات إذ يمكن استخدامها بكفاءة لأغراض متعددة مثل تحسين الخصائص الوظيفية للأغذية، ومضادات أكسدة ، ومضادات مايكروبية والأدوية ومستحضرات التجميل فضلاً عن توفير العناصر الغذائية الأساسية وهي خصائص تعتمد على تحلل وتنقية الببتيدات النشطة حيوياً، وبالتالي يجب تطوير وتحسين العمليات التي يتعين تنفيذها على المستوى الصناعي وبتكلفة مناسبة.

الكلمات المفتاحية: المخلفات الثانوية للأسماك ، متحللات بروتيتينية ، الببتيدات، مضاد أكسدة ،خواص وظيفية

المقدمة

تعد الأسماك والمنتجات البحرية من أكثر مصادر البروتين استخدامًا للاستهلاك البشري إذ بلغ الإنتاج العالمي من الأسماك ١٧٥ مليون طن في عام ٢٠١٧ ومن المتوقع أن يصل إلى ١٩٤ مليون طن بحلول عام ٢٠٢٦ (FAO, 2018) .مما ينتج عنه كمية كبيرة من النواتج الثانوية والتي يتم التخلص منها من دون بذل أية جهود للحصول على البروتين، ولذلك تتطلب حلولاً فعالة لاستغلالها كونها مصدر غذائي جيد . وفي الآونة الأخيرة أجريت العديد من الدراسات أظهرت أن المخلفات الثانوية لتصنيع الأسماك والمنتجات البحرية (الجلد والعظام، والأحشاء، والقشور والزعانف) تشكل حوالي ٥٠٪ من وزن السمكة، وهي مصادر ممتازة للمواد الخام ذات القيمة العالية مثل البروتينات والببتيدات والكولاجين والجيلاتين والإنزيمات والمركبات الوظيفية الحيوية والزيوت (Bhaskar and Mahendrakar, 2008) . أدى الطلب المتزايد على استعمال المخلفات الناتجة من صناعة الأسماك إلى تطوير عمليات استخلاص البروتينات وإمكانية استغلال هذه المخلفات وتحويلها إلى منتجات ذات قيمة حيوية واقتصادية مثل إنتاج متحللات بروتين الأسماك باستعمال الإنزيمات المحللة، وتقييم وظائفها، وتأثيراتها على الصحة وتطبيقها في منتجات مختلفة (Chalamaiah et al.,2012 ; Venugopal, 2006).

متحلل بروتين السمك هو منتج مصنوع من مخلفات الأسماك بطريقة التحلل المائي للبروتين (تكسير البروتينات التي تتكون منها أنسجة الأسماك إلى أجزاء أصغر - الببتيدات وأخيراً إلى أحماض أمينية)، وبالتالي فإن متحلل بروتين السمك هو عبارة عن خليط من الببتيدات مختلفة طول السلسلة وأحماض أمينية ناتجة من تحلل البروتينات (Damodaran et al., 2008). يمتلك متحلل بروتين السمك عددًا من الخصائص أفضل مقارنة بالبروتين الأصلي ومنها تحسين الصفات الوظيفية (Kristinsson and Rasco, 2000) والخصائص النشطة حيوياً مثل مضاد الأكسدة (Sarmadi and Ismail 2010) أو مضاد لارتفاع ضغط الدم(He et al. 2013) . وعلى ضوء ما ذكر فإن من الضروري دراسة جدوى معالجة النواتج الثانوية ليس لأسباب بيئية فقط وإنما من الناحية الاقتصادية أيضاً.

طرائق إنتاج المتحللات البروتينية

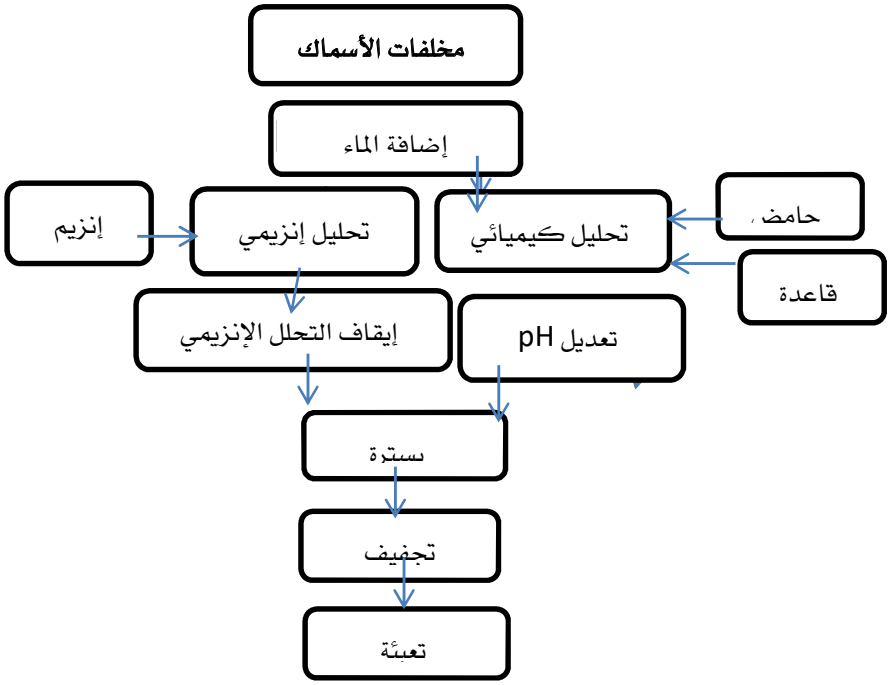
الطرائق الكيميائية

التحليل الكيميائي هو العملية الأكثر شيوعًا في إنتاج المتحللات البروتينية من مخلفات الأسماك إذ يتم التحكم في الأس الهيدروجيني للحصول على بروتين متحلل وظيفي بإضافة القاعدة مثل هيدروكسيد الصوديوم للوصول إلى أس هيدروجيني أعلى من ١٠,٥ أو بإضافة الحامض مثل حامض الهيدروكلوريك أو الكبريتيك للحصول على أس هيدروجيني ٣,٥ أو أقل مع استعمال درجات حرارة عالية، إذ يؤدي ذلك إلى كسر الروابط الببتيدية والحصول على ببتيدات مختلفة الحجم . وتعتبر المعاملة الحامضية في الحصول على البروتين المتحلل أفضل بالمقارنة مع المعاملة القلوية وذلك لأن المعاملة بالقلويات تؤدي إلى تحطم العديد من الأحماض الأمينية أكثر من المعاملة بالحامض (Cardoso and Nunes,2013) .

من العيوب المهمة للمعاملة الكيميائية القدرة المنخفضة على التحكم في جودة المنتج ، واستخدام درجات حرارة عالية وتركيزات عالية من الأحماض والقواعد ينتج عنها دنترة البروتينات وتحلل الأواصر الببتيدية مما يؤدي إلى حدوث تغيرات غير مرغوبة في تركيبه مسبباً تأثيراً سلبياً على خواصه الوظيفية، ومع ذلك فهي تتميز بأدائها العالي في الاستخلاص، وبساطتها و إنتاجها السريع وتكلفتها النسبية المنخفضة، لذا كثيراً ما تستعمل في المجالات الصناعية، إلا أنه قد تسبب بعض الأضرار مثل تحطيم بعض الأحماض الأمينية وزيادة نسبة الأملاح نتيجة تعديل قيمة الرقم الهيدروجيني (Ahmed and Chun,2018) .

الطرائق الإنزيمية

نظرًا للعيوب المذكورة في الطرائق الكيميائية ، أصبحت عملية التحلل الإنزيمي مؤخرًا أكثر العمليات التي تمت دراستها ، وذلك لظروف التفاعل المعتدلة، والتجانس والجودة والوظائف الفائقة للمنتج. يشار إلى أن الخيار الأنسب لإنتاج الببتيدات الفعالة هو استخدام التحلل الإنزيمي (Nasri,2017). تم إجراء العمليات الإنزيمية على نطاق مختبري واسع، ولكن يتم استخدامها بدرجة أقل على المستوى الصناعي بسبب ارتفاع التكاليف والفترات الطويلة للإنتاج . يُعتقد أن التحلل الإنزيمي هو أفضل طريقة لتحويل المنتجات الثانوية ومخلفات صناعة صيد الأسماك والمنتجات البحرية إلى منتجات ذات قيمة اقتصادية وحيوية (Liu et al., 2014) .ويبين الشكل (١) خطوات تحضير المتحللات البروتينية من مخلفات الأسماك بالطريقة الكيميائية والإنزيمية.



شكل ١ :خطوات انتاج متحلل بروتيني من مخلفات الأسماك

الخصائص الوظيفية للمتحللات البروتينية

تمتلك المتحللات البروتينية العديد من الخصائص الوظيفية ولها تطبيقات محتملة كمكونات وظيفية في الأغذية، مثل القدرة على الاحتفاظ بالماء، وقابلية ذوبان البروتين، وتكوين الرغوة وتثبيتها، وقدرة الاستحلاب. تتأثر الخواص الوظيفية بعدة عوامل منها الوزن الجزيئي وتسلسل الأحماض الأمينية والمجاميع القطبية والكاره للماء ودرجة التحلل وخصوصية الإنزيم (He et al. 2013) . ومن الضروري التحكم بدرجة التحلل لتجنب التحلل المائي المفرط الذي يمكن أن يضعف تلك الخصائص الوظيفية ويسبب تأثيرات غير مرغوبة للمتحللات الناتجة (Mune,2015).

الذوبان

تعد الخاصية الذوبانية للمتحللات البروتينية مؤشراً جيداً على أداء الخواص الوظيفية (الاستحلاب ، الرغوة ، والقدرة على الاحتفاظ بالماء) وعن طريقها يتم تحديد مجال تطبيقها واستعمالاتها مما يجعلها مفيدة للعديد من التطبيقات في صناعة الأغذية (Taheri et al.,2013). تتأثر قابلية ذوبان المتحللات البروتينية بعوامل مختلفة، مثل صافي الشحنة، حيث تكون قابلية الذوبان أقل عند نقطة التعادل الكهربائي. عندما يتحرك الأس الهيدروجيني بعيدًا عن نقطة التعادل الكهربائية تزداد شحنة الببتيدات الصافية، وبالتالي يتم الوصول إلى قابلية ذوبان أعلى وهذا ما أكده Foh et al,(2011) في دراسته لمتحللات بروتين سمك البطي إذ ازدادت قابلية الذوبان بزيادة الأس الهيدروجيني. فضلاً عن ذلك، تمثل درجة التحلل المائي عامل ذو صلة في التأثير على قابلية الذوبان بشكل عام ،حيث يؤدي تكسير البروتينات إلى ببتيدات أصغر و إلى المزيد من المنتجات القابلة للذوبان. إذ قارنت إحدى الدراسات قابلية ذوبان الببتيدات من سمك الدنيس المزخرف Sparus aurata مع درجة تحلل (١٠- ٣٠)٪, ووجدت أن تأثير درجة التحلل يعتمد على الأس الهيدروجيني. عند الأس الهيدروجيني ٥ و ٩ ، زادت قابلية الذوبان بزيادة درجة التحلل من ١٠٪ إلى ٢٠٪ ، بينما لم يلاحظ أي اختلافات بين المركبات المائية المختلفة عند الرقم الهيدروجيني ٧. لوحظ انخفاض قابلية الذوبان عند الرقم الهيدروجيني٥ ودرجة تحلل ١٠٪ ، مما يشير ذلك إلى ترسب الببتيدات ذات الوزن الجزيئي العالي عند هذا الرقم الهيدروجيني، والذي كان قريباً من نقطة التعادل الكهربائية (Nalinanon et al.,2011).

خصائص الاستحلاب

المستحلبات هي جزيئات أحد أطرافها محب للماء والطرف الآخر كاره للماء، حيث تجعل من الممكن للماء والزيت أن ينتشران في بعضهما البعض مكونة مستحلب ثابت ومتجانس (Pires and Batista,2013). تعد المتحللات البروتينية مركبات ذات نشاط سطحي تسمح بتكوين مستحلبات الزيت في الماء بسبب مجموعاتها المحبة للماء والكارهة للماء. وتعود خصائص الاستحلاب للمتحللات البروتينية أساسًا إلى قدرتها على تقليل الطاقة البينية في الطور البيني بين الزيت والماء إذ تشكل غشاءً رقيقاً أو غلافاً على قطرات الدهن ويوفر حاجز لترابط الجسيمات وفصل الطور. عندما تتعرض الأجزاء الكارهة للماء لجزيء بيولوجي خاصة البروتينات إلى

الطور المائي فإنها ترتب نفسها في شكل بحيث يكون لها الحد الأدنى من التعرض للماء، لذلك يتم تثبيت أنظمة المستحلب بواسطة غشاء البروتين السطحي المحيط بحبيبات الدهن مما يؤدي إلى انحباس الماء (Karami et al.,2019).

قدرة الاستحلاب للمتحللات البروتينية المحضرة من مخلفات الأسماك والمنتجات البحرية المختلفة أكثر فعالية من المستحلبات الغذائية التجارية الأخرى مثل بروتين الصويا و الكازين و كازينات الصوديوم، لذلك تم الاهتمام بإنتاج وتطوير المتحللات البروتينية من مخلفات صناعة الأسماك والمنتجات البحرية كعوامل استحلاب تجارية في صناعة وإنتاج الأغذية (He et al.,2013) .

خصائص الرغوة

تتميز المتحللات البروتينية لمخلفات الأسماك والمنتجات البحرية بخصائص جيدة في تكوين الرغوة واستقرارها وإن العوامل المؤثرة على خصائص الرغوة مماثلة لتلك المطلوبة للمستحلب. تتكون الرغوة عندما تنتشر فقاعات الهواء في الماء إذ تعمل البروتينات على تثبيت الرغوة عن طريق تكوين طبقة واقية حول فقاعات الهواء في الرغوة مما يمنع الفقاعات من الانهيار (Multilangi et al.,1996) . تتأثر سعة الرغوة بعدة عوامل منها الطبقة البروتينية المتكونة عند السطح بين السائل والهواء و عدم ذوبان البروتين بشكل كامل يكون من الصعب على البروتين تكوين الطبقة، و درجة الحرارة و الرقم الهيدروجيني ودرجة التحلل . إن ارتفاع درجة التحلل له تأثير سلبي على تكوين واستقرار الرغوة إذ أظهرت المتحللات البروتينية للمنتجات الثانوية للأسماك بدرجة تحلل (١٠٪) أعطت خصائص أفضل في تكوين الرغوة مقارنة بالبروتينات المتحللة بدرجة أعلى Liu et al.,2014 . يمكن أن يؤثر الرقم الهيدروجيني أيضًا على عامل الرغوة على سبيل المثال عند الرقم الهيدروجيني ٤ يكون نشاط الإرغاء منخفضًا ولكن يمكن الحفاظ عليه عند الرقم الهيدروجيني من ٦ إلى ١٠(Taheri et al.,2013)

قابلية ربط الماء

إن قابلية البروتين على ربط الماء ذات أهمية كبيرة عند استعمالها في المنتجات الغذائية المختلفة ، فقد يؤثر على الخواص الحسية للمواد الغذائية إذ تختلف البروتينات بقابليتها على ربط الماء. وثبت أن التحلل المائي للبروتين من أصل بحري يتمتع بقدرة جيدة على الاحتفاظ بالماء من خلال الزيادة في مجموعات الكاربوكسيل والامين الطرفية التي لها تأثير كبير على كمية الماء المتصة (Kristinsson and Rasco,2000). تم الحصول على بروتينات متحللة لها قابلية كبيرة في الاحتفاظ بالماء لأربعة أنواع من الأسماك مقارنة بالبروتينات الخام ، والتي يمكن أن تكون مكونات وظيفية في المنتجات الغذائية لتحسين الصفات الحسية(Jemil et al., 2014). وقد لوحظ وجود علاقة بين بعض الأحماض الأمينية وقابلية ربط الماء لمتحلل بروتين السمك.انخفاض كمية الأحماض الأمينية التي تحتوي على مجاميع كاره للماء مثل الجلايسين و أرجينين و ألانين و هيدروكسي برولين زادت من قابلية ربط الماء (Slizyt et al.,2005). وتزداد قابلية ربط الماء بزيادة درجة التحلل المائي (Balti et al., 2010) .

الفعالية الحيوية للمتحللات البروتينية

أظهرت متحللات بروتين السمك العديد من الأنشطة الحيوية كمواد خافضة للضغط ومضادة للأحياء المجهرية ومضادة للأكسدة والمحافظة على مستويات الكلوكوز في الدم . تعتمد هذه الأنشطة على طبيعة وتكوين الببتيدات الناتجة أثناء التحلل المائي للبروتينات وطريقة الحصول عليها وإنتاجها وتعتمد أيضاً على مصدر المواد الخام وطرائق المعالجة ،(Khora, 2013; Cheung et al., 2015) و بالتالي يمكن استخدام هذه المتحلل كمكونات أو مكملات غذائية في تحسين وتعزيز الصحة والمستحضرات الصيدلانية.

الفعالية المضادة للأكسدة

تتكون الجذور الحرة نتيجة أكسدة الدهون والزيوت في الأغذية أثناء المعالجة والتخزين مما يؤدي إلى تأثيرات على الجودة الحسية والغذائية فضلاً عن تأثيرها على صحة الإنسان والتي يمكن أن تتسبب في ظهور العديد من الأمراض مثل ارتفاع ضغط الدم والالتهاب والسكري والسرطان (Bougatef et al.,2010) .

توجد أنواع كثيرة من المركبات المضادة للأكسدة في أنواع الأسماك لحماية الدهون من الأكسدة مثل الإنزيمات والأحماض الأمينية والببتيدات وحامض الأسكوربيك والكاروتينات، والمركبات الفينولية . أظهرت دراسات مختلفة أن النشاط المضاد للأكسدة لمتحلل البروتين البحري أعلى أو مشابه لنشاط مضادات الأكسدة الاصطناعية الشائعة الاستخدام، مثل α-tocopherol أو butylhydroxyanisole (BHA) أو butylhydroxytoluene (BHT) نظرًا لمحتواها العالي من الأحماض الأمينية مثل هيستيدين و برولين ، ميثيونين ، السيستين والتربتوفان والفينيل ألانين فإنها تعمل على منح بروتون أو هيدروجين للتفاعل مع الإلكترونات غير المزدوجة للجذور الحرة (Sheriff et al.,2014) . عادة ما تحتوي المتحللات البروتينية المضادة للأكسدة المعزولة من بروتينات الأسماك من ٢ إلى ١٦ حامض أميني (Chalamaiah et al.,2012) . يتم تحديد الفعالية بشكل أساسي على نوع وتسلسل الأحماض الأمينية والوزن الجزيئي، وإن الببتيدات ذات مضادات الأكسدة الأعلى عادة ما تحتوي على كميات أعلى من الأحماض الأمينية الكارهة للماء (Farvin et al.,2016) .

يمكن تطبيق النشاط المضاد للأكسدة لمتحللات البروتين البحري على المنتجات الغذائية لإطالة مدة صلاحيتها إذ تؤدي أكسدة الدهون إلى تطوير نكهات غير مرغوب فيها ومنتجات تفاعلية قد تكون سامة ، وهذا السبب يعد من الأسباب الرئيسة لتدهور جودة المنتجات التي تحتوي على نسبة عالية من الدهون، وبالتالي فإن قدرة هذه الببتيدات للحد من أكسدة الدهون في النظم الغذائية قد حظيت مؤخراً باهتمام متزايد (Herpandi et al.,2011). وقد تم عزل ببتيدات مضادة للأكسدة من مخلفات بعض الأسماك باستخدام الطرائق الإنزيمية المبينة في الجدول (١) .

جدول ١: الببتيدات الفعالة من بعض مخلفات الأسماك والمنتجات البحرية كمضادات أكسدة

مصدر المخلفات	الببتيدات	الوزن الجزيئي (دالتون)	المراجع
المحار	Pro-Val-Met-Gly-Asp Glu-His-Gly-Val	518 440	(Wang et al., 2014)
سمك الراهب monk fish (L. litulon)	Glu-Trp-Pro-Ala-Gln Phe-Leu-His-Arg-Pro Leu-Met-Gly-Gln-Trp	630 699 633	(Chi et al., 2014)
السلمون	Phe-Leu-Asn-Glu-Phe-Leu-His-Val	1018	(Ahn et al., 2014)
تونة العمود الفقري	-Val-Lys-Ala-Gly-Phe-Ala-Trp-Thr-Ala Asn-Gln-Gln-Leu-Ser	1519	Je et al., (2007)
سمك اللخ pond loach	Pro-Ser-Tyr-Val	464.2	You et al. (٢٠١٠) ,

الفعالية المضادة للأحياء المجهرية

الببتيدات المضادة للأحياء المجهرية المرضية Antimicrobial peptides (AMPs) أو ما تسمى بالببتيدات الدفاعية التي تمتلك فعالية تثبيطية عالية ضد مدى واسع من البكتيريا السالبة والموجبة لصبغة كرام التي يمكن أن تستعمل كمضادات حيوية للاستعمال الموضعي، لأنها قادرة على تثبيط البكتيريا المسببة للأمراض بصورة مباشرة أو غير مباشرة ويمكن استعمالها كمواد حافظة في الصناعات الغذائية بديلاً طبيعياً عن المواد الحافظة الكيميائية التي غالباً ما يحاول المصنعون والمستهلكون تجنبها لما لها من مضار على مستوى سلامة الغذاء وصحة المستهلك. تعد مخلفات الأسماك والمنتجات البحرية مصدراً مهماً للببتيدات الفعالة حيوياً.

تعمل هذه الببتيدات بالأصل كوسائل دفاعية وحماية عامة كما في الببتيدات المحضرة من جلود الأسماك، ولا تسبب تسممًا للمضيف، فهي قادرة على استهداف مسببات الأمراض المختلفة. والببتيدات هي مركبات غير محددة تنتمي إلى النظام المناعي ولها دور أساسي في آليات الدفاع. تتكون الببتيدات المضادة للأحياء المجهرية أساسًا من ١٢- ٤٥ من الأحماض الأمينية بشحنة موجبة (Brogden, 2005) . تم إجراء العديد من الدراسات حول الفعالية التثبيطية للبكتيريا التي تمتلكها الببتيدات الحيوية فهي عادة تحمل شحنات موجبة بسبب وجود الأحماض الأمينية الموجبة(الهستدين واللايسين والارجنين) في تركيبها وتعمل هذه الشحنات على الاتحاد مع الشحنات السالبة الموجودة في الفوسفولبيدات التي تُعد من مكونات جدران الخلية البكتيرية ويؤدي هذا التفاعل إلى تكوين فتحات في الجدار الخلوي للبكتيريا، وقد تسبب تمزق الجدار الخلوي وتسرب المكونات

الخلوية إلى وسط النمو . وقد تثبط هذه الببتيدات عمل بعض الإنزيمات الخلوية أو تتحد مع كل من DNA أو RNA، وبالتالي تسبب هلاك الخلية البكتيرية (Nielsen et al.,2021).

تم الحصول على الببتيدات الفعالة من أنواع مختلفة من الأسماك ومخلفاتها في بيئات مختلفة فقد تم عزلها من كبد السلمون (Richards et al.,2001) ومن سمك القد (Bergsson et al., 2005) ومخلفات سمك البلطي (Robert et al.,2015) ومخلفات سمك الماكريل الأطلسي (Ennaas et al.,2016) . وفي دراسة قام بها Beaulieu et al., (2013) أنتجت ببتيدات كان لها تأثير تثبيطي لنمو العديد من البكتيريا وبوزن جزيئي تراوح مابين ٢٠٠ - ١٠٠٠ دالتون باستخدام التحلل الإنزيمي لمخلفات أسماك الكارب باستعمال إنزيم Novozyme و Protamex لمدة تحلل ٩٠ دقيقة .

النشاط الخافض للضغط

تعمل الببتيدات على خفض ضغط الدم والمتحللات البروتينية المشتقة من الأسماك والمنتجات البحرية لها نشاط جيد خافض لضغط الدم وأن إحدى الآليات المحتملة وراء الخصائص الخافضة للضغط هو تثبيط الإنزيمات المحولة للأنجيوتنسين. مثبطات الإنزيم المحول للأنجيوتنسين هي فئة مهمة من الأدوية الخافضة للضغط عن طريق تثبيط نشاط الإنزيم المحول للأنجيوتنسين .(Lavoie and Sigmund, 2003) . ويعمل هذا الإنزيم على تحويل الأنجيوتنسين ١ إلى أنجيوتنسين ٢ وهو مركب يزيد من حجم السائل ودرجة انقباض الأوعية الدموية، إذ تعمل ببتيدات الأسماك على استرخاء الجدران الشريانية والحد من حجم السوائل بحيث تتم عملية تثبيط عمل الإنزيم بشكل فاعل .

أمراض القلب والأوعية الدموية (CVD) هي مشكلة صحية كبيرة على وجه الخصوص في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل ، والتي تمثل السبب الرئيس للوفاة في العالم. تشير التقديرات إلى أن ما يقرب من ١٨ مليون شخص يموتون على مستوى العالم بسبب أمراض القلب والأوعية الدموية في عام ٢٠١٦ (WHO, 2017) . إن ارتفاع ضغط الدم هو أحد العوامل الشائعة التي يساهم التمثيل الغذائي في أمراض القلب الخطرة والتي تسبب الوفيات على نطاق واسع. تم تحديد الببتيدات المثبطة للإنزيم المحول للأنجيوتنسين من مصادر الأسماك لأول مرة في السردين منذ أكثر من عشرين عامًا. منذ ذلك الحين تم العثور على الببتيدات المثبطة للإنزيم المحول للأنجيوتنسين في أنواع مختلفة من الأسماك ، بما في ذلك المحار و التونة و سمك السلمون والسردين (Theodore et al., 2007).

تمكن Ngo et al.(2016) من الحصول على اثنين من الببتيدات ذات قدرة مثبطة قوية للإنزيم المحول للأنجيوتنسين عندما قاموا بانتاج متحلل بروتين جلد سمك القد باستعمال إنزيم البيبسين، وتم التعرف على العديد من الببتيدات المثبطة للإنزيم المحول للأنجيوتنسين والخفاضة لضغط الدم من مختلف مصادر البروتين الغذائي ومن مخلفات صناعة الأسماك،إذ تم عزل الببتيدات بشكل رئيس عن طريق التحلل المائي الإنزيمي (Chalamaiah et al., 2012) .

المحافظة على مستويات الكلوكوز في الدم

داء السكري مرض مزمن خطير يظهر عندما لا يفرز البنكرياس الكمية الكافية من الأنسولين (هرمون يضبط مستوى سكر الكلوكوز في الدم) وهو أحد الأمراض المنتشرة في جميع أنحاء العالم، و يعتقد أنه سيؤثر على ٤٣٨ مليون شخص بحلول عام ٢٠٣٠ (Yu et al., 2012). لذلك تم إجراء دراسات علمية موجهة نحو إيجاد حلول فعالة للتعامل مع المرض ومن مصدر طبيعي غير مكلف وصحي وتجنب الأضرار الجانبية. وجد أن الببتيدات النشطة حيوياً تعمل كتأثير مضاد لمرض السكر بشكل رئيس من خلال طريقتين: الأولى إفراز الأنسولين والطريقة الثانية تثبيط إنزيم glucosidase (Oseguera-Toledo et al., 2015).

اظهرت الأبحاث الحديثة أن المتحللات البروتينية المشتقة من البروتينات الغذائية يمكن أن يكون لها خصائص مثبطة لمرض السكر. وتعد المتحللات المشتقة من بروتين الحليب هي الأكثر دراسة على نطاق واسع، و أظهرت المتحللات البروتينية المشتقة من بروتين السمك أيضًا خصائص مثبطة لمرض السكر. تم استخدام العديد من الإنزيمات المحللة للبروتين لهذا الغرض مثل إنزيم البرومالين و البيبسين والتريبسين Neves et al., (2017).

تم التعرف على عدد محدود نوعًا ما من السلاسل الببتيدية المثبطة لمرض السكر حتى الآن ، ومع ذلك فإن بعض المؤشرات تدل على أن تسلسل الأحماض الأمنية ونوعها له علاقة كبيرة في كسب هذه الفعالية. فقد لوحظ أن الببتيدات ذات النشاط التثبيطي العالي لمرض السكر النوع الثاني يحتوي على البرولين (أو هيدروكسي برولين) في طرف السلسلة الببتيدية للأربعة الأولى من الطرف الأميني، ويفضل أن يكون في الموضع قبل الأخير (Harnedy et al.,2015). وجد أن الببتيدات المحضرة من الكولاجين النوع الأول متفوقة في تثبيط مرض السكر النوع الثاني بسبب محتواها العالي من البرولين و هيدروكسي برولين (Zhang et al.,2016).

المراجع

Ahmed, R., Chun, B.S. (2018). Subcritical water hydrolysis for the production of bioactive peptides from tuna skin collagen. The Journal of Supercritical Fluids, 14: 88-96.

Ahn, C.B.; Kim, J. G. and Je, J.Y. (2014). Purification and antioxidant properties of octapeptide from salmon byproduct protein hydrolysate by gastrointestinal digestion. Food Chemistry, 147:78-83.

Balti, R.; Bougatef, A.; Ali, N. E. H.; Zekri, D.; Barkia, A. and Nasri, M. (2010). Influence of degree of hydrolysis on functional properties and angiotensin I-converting enzyme-inhibitory activity of protein hydrolysates from cuttlefish (Sepia officinalis) by-products. J. Sci. Food Agr. 90:2006–2014.

Beaulieu , L . ; Thibodeau , J . ; Bonnet , C .; Bryl , p . and Carbonneau , M . (2013) . Detection of antibacterial activity in an enzymatic hydrolysate fraction obtained from processing of atlantic rock crab (Cancer irroratus) by- products . Pharm. Nutr.1 : 149 – 157 .

Bergsson, G.; Agerberth, B.; Jornvall, H. and Gudmundsson, G. H. (2005). Isolation and identification of antimicrobial components from the epidermal mucus of Atlantic cod (Gadus morhua). The FEBS Journal, 272: 4960–4969.

Bhaskar, N. and N. S. Mahendrakar, (2008). Optimization of enzymatic hydrolysis of visceral waste proteins of Catla (Catla catla) for preparing protein hydrolysate using a commercial protease. Bioresource Technology 99(10): 4105-4111.

Bougatef, A.; Nedjar-Arroume, N.; Manni, L.; Ravallec, R.; Barkia, A.; Guillochon, D. and Nasri, M. (2010). Purification and identification of novel antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of sardinelle (Sardinella aurita) by-products proteins. Food Chemistry, 118: 559–565.

Brogden, K.A. (2005). Antimicrobial peptides: Pore formers or metabolic inhibitors in bacteria? Nat. Rev. Microbiol. , 3: 238–250.

Cardoso, C., and Nunes, M.L. (2013). Improved utilization of fish waste, discards and by-products and low-value fish towards food and health products. In R. Galvez and JP Berge (Eds.), Utilization of Fish Waste (pp. 26-58). CRC Press.

Chalamaiah, M.; Dinesh-Kumar, B.; Hemalatha, R.; and Jyothirmayi, T. (2012). Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. Food Chem , 135 (4), 3020 – 3038.

Cheung, R. C.,; Ng, T. B. and Wong, J. H. (2015). Marine peptides: bioactivities and applications. Marine Drugs, 13: 4006–4043.

Damodaran, S. ; Parkin, K.L. and Fennema, O.R. (2008) Fennema's Food Chemistry. CRC Press, Boca Raton.

Ennaas, N. et al. (2016). Collagencin, an antibacterial peptide from fish collagen: activity, structure and interaction dynamics with membrane. Biochemical and Biophysical Research Communications, 473: 642–647.

Farvin, K. S.; Andersen, L. L.; Otte, J.; Nielsen, H. H.; Jessen, F. and Jacobsen, C.(2016). Antioxidant activit of cod (Gadusmorhua) protein hydrolysates: Fractionation and characterisation of peptide fractions. Food Chemistry, 204: 409-419.

Foh, M.B.; Kamara, M.T.; Amadou, I.; Foh, B.M.and Wenshui, X. (2011).Chemical and physicochemical properties of Tilapia (Oreochromis niloticus) fish protein hydrolysate and concentrate. Int. J. Biol. Chem. , 5:21–36.

Harnedy, P. A. ; O'Keeffe, M. B. and FitzGerald, R. J. (2015). Purification and identification of dipeptidyl peptidase (DPP) IV inhibitory peptides from the macroalga Palmaria palmata. Food Chemistry, 172: 400–406.

He, S. ; Franco, C. and Zhang W (2013) Functions, applications and production of protein hydrolysates from fish processing co-products(FPCP). Food Res Int50(1):289–297.

Jemil, I.; Jridi, M.; Nasri, R.; Ktari, N.; Ben Slama-Ben Salem, R.; Mehiri, M.; Hajji, M. and Nasri, M. (2014). Functional, antioxidant and antibacterial properties of protein hydrolysates prepared from fish meat fermented by Bacillus subtilis A26. Process Biochemistry, 49 (6): 963-972.

Je, J.Y.; Qian, Z. J.; Byun, H. G. and Kim, S.K. (2007). Purification and characterization of an antioxidant peptide obtained from tuna backbone protein by enzymatic hydrolysis. Process Biochemistry, 42: 840–846.

Karami, Z.and Akbari-adergani, B. (2019).Bioactive food derived peptides: A review on correlation between structure of bioactive peptides and their functional properties. J. Food Sci. Technol. 56:535–547.

Khora, S. S. (2013). Marine fish-derived bioactibe peptides and proteins for human therapeutics. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 5, (Suppl 3): 31–37.

Kristinsson, H.G. and Rasco, B.A. (2000). Fish Protein Hydrolysates: Production, Biochemical, and Functional Properties. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 40 (1): 43-81.

Kristinsson HG, Rasco BA (2000) Fish Protein Hydrolysates: production, Biochemical, and Functional Properties. Critical Rev Food Sci 40(1):43–81.

Lavoie, J. L. and Sigmund, C. D. (2003). Minireview: overview of the reninangiotensin system–an endocrine and paracrine system. Endocrinology, 144: 2179–2183.

Liu, Y.; Li, X.; Chen, Z.; Yu, J.; Wang, F. and Wang, J. (2014). Characterization of structural and functional properties of fish protein hydrolysates from surimi processing by-products. Food Chemistry, 151:459-465.

Mune, M. A.(2015). Influence of degree of hydrolysis on the functional properties of cowpea protein hydrolysates. J. Food Process. Pres. 39:2386–2392.

Mutilangi, W. A. M.; Panyam, D. and Kilara, A. (1996). Functional properties of hydrolysates from proteolysis of heat-denaturateed whey protein isolate. J. Food Sci. 61:270–275.

Nasri, M. (2017). Protein hydrolysates and biopeptides: production, biological activities, and applications in foods and health benefits. A review. In F. Toldrá (Ed.), Advances in food and nutrition research (Vol. 81, pp. 109-159). Academic Press.

Nalinanon, S.; Benjakul, S.; Kishimura, H. and Shahidi, F. (2011).Functionalities and antioxidant properties of protein hydrolysates from the muscle of ornate threadfin bream treated with pepsin from skipjack tuna. Food Chem. , 124:1354–1362.

Neves, A. C.; Harnedy, P. A.; Keeffe, M. B. and FitzGerald, R. J. (2017). Bioactive peptides from Atlantic salmon (Salmo salar) with angiotensin converting enzyme and dipeptidyl peptidase IV inhibitory, and antioxidant activities. Food Chemistry, 218: 396–405.

Ngo, D.H. ; Vo, T.S. ; Ryu, B.M. and Kim, S.K.(2016). Angiotensin-I-converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from Pacific cod skin gelatin using ultrafiltration membranes. Process Biochem,51:1622–8.

Nielsen, J.E.; Bjornestad, V.A.; Pipich, V.; Jenssen, H. and Lund, R. (2021). Beyond structural models for the mode of action: How natural antimicrobial peptides affect lipid transport. J. Colloid Interface Sci. , 582, 793–802.

Oseguera-Toledo, M. E.; De Mejia, E. G. and Amaya-Llano, S. L. (2015). Hard to cook bean (Phaseolus vulgaris L.) proteins hydrolyzed by alcalase and bromelain produced bioactive peptide fractions that inhibit targets of type-2 diabetes and oxidative stress. Food Res. Int. 76:839–851.

Pires, C., and Batista, I. (2013). Functional properties of fish protein hydrolysates. In R. Galvez, and J. P. Berge (Eds.), Utilization of fish waste (pp. 59-75). CRC Press.

Richards, R. C. O.; Neil, D. B.; Thibault, P. and Ewart, K. V. (2001). Histone H1: an antimicrobial protein of Atlantic salmon (Salmo salar). Biochemical and Biophysical Research Communications, 284: 549–555.

Robert, M.; Zatylny-Gaudin, C.; Fournier, V.; Corre, E.; Le Corguille, G.; Bernay, B. and Henry, J. (2015). Molecular characterization of peptide fractions of a tilapia (Oreochromis niloticus) by-product hydrolysate and in vitro evaluation of antibacterial activity. Process Biochemistry, 50: 487–492.

Sarmadi BH, Ismail A (2010) Antioxidative peptides from food proteins: a review. Peptides 31(10):1949–1956.

Sheriff, S. A.; Sundaram, B.; Ramamoorthy, B., and Ponnusamy, P. (2014).Synthesis and in vitro antioxidant functions of protein hydrolysate from backbones of Rastrelliger kanagurta by proteolytic enzymes. Saudi Journal of Biological Sciences, 21(1): 19–26.

Slizyte, R.; Dauksas, E.; Falch, E.; Storro, I. and Rustad, T. (2005). Characteristics of protein fractions generated from hydrolysed cod (Gadus morhua) by-products. Process Biochem. 40:2021–2033.

Taheri, A.; Anvar, S.A.; Ahari, H.; Fogliano, V.(2013).Comparison the functional properties of protein Hydrolysates from poultry byproducts and rainbow trout (Onchorhynchus mykiss) viscera. Iran. J. Fish. Sci. , 12:154–169.

Theodore, A. E. and Kristinsson, H. G. (2007). Angiotensin converting enzyme inhibition of fish protein hydrolysates prepared from alkaline-aided channel catfish protein isolate. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87: 2353–2357.

Venugopal, V. (2006). Seafood processing adding value through quick freezing, retort able packaging, and through quick freeing retort able packaging, and cook-chilling. Boca Raton: CRC Taylor andFrancis Group.

Wang, Q.; Li, W.; He, Y.; Ren, D.; Kow, F.; Song, L. and Yu, X. (2014).Novel antioxi- dative peptides from the protein hydrolysate of oysters (Crassostrea talie nw -hanensis). Food Chemistry, 14:991-996.

WHO. (2017). World Health Organisation. Cardiovascular Diseases (CVD's). (cvds) Accessed 29 May 2019.

You, L.; Zhao, M.; Regenstein, J. M. and Ren, J. (2010). Purification and identification of antioxidative peptides from loach (Misgurnus anguillicaudatus) protein hydrolysate by consecutive chromatography and electrospray ionization-mass spectrometry. Food Research International, 43: 1167–1173.

Yu, Z.; Yin, Y.; Zhao, W.; Liu, J. and Chen, F. (2012). Anti-diabetic activity peptides from albumin against a-glucosidase and a-amylase. Food Chem. 135:2078–2085.

Zhang, Y. ; Chen, R. ; Chen, X.; Zeng, Z.; Ma, H.and Chen, S. (2016). Dipeptidyl Peptidase IV-Inhibitory Peptides Derived from Silver Carp Hypophthalmichthys molitrix Val.) Proteins. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 64: 831–839.