المتحللات البروتينية وتأثيرها المضاد على الاحياء المجهرية

Protein degraders and their adverse effect on microorganisms

إعداد

الاء جبار لطيف **سحر صبيح جورج**

Alaa Jabbar Latif **Sahar Subaih George**

لينا سمير محمد

Lina Samir Muhammad

كلية الزراعة – قسم علوم الأغذية - جامعة البصرة

Doi: 10.21608/asajs.2025.403638

استلام البحث : ٢٢ / ١٠ /٢٠٢٤

قبول النشـر : ١٢ / ١١ / ٢٠٢٤

لطيف، الاء جبار وجورج، سحر صبيح ومحمد، لينا سمير (٢٠٢٥). المتحللات البروتينية وتأثيرها المضاد على الاحياء المجهرية. ***المجلة العربية للعلوم الزراعية***، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، ٨(٢٥)، ١٣١- ١٤٦.

http://asajs.journals.ekb.eg

المتحللات البروتينية وتأثيرها المضاد على الاحياء المجهرية

المستخلص:

تشكل مخلفات الأسماك الغنية بالبروتين تحديات بيئية بسبب عدم التخلص منها بالطرائق المناسب. ومع ذلك، فإن تحويلها إلى متحللات بروتينية وببتيدات نشطة بيولوجيًا يعزز قيمتها الاقتصادية ويقلل من الضرر البيئي. تتكون مخلفات الأسماك من الجلد والرؤوس والأعضاء الداخلية والزعانف. تُظهر المتحللات البروتينية المستحصل عليها من مخلفات الأسماك قيمة غذائية اعلى مقارنة بالمصادر النباتية، حيث تحتوي على الأحماض الأمينية الأساسية والعناصر المعدنية والببتيدات النشطة بيولوجيًا. تعد طريقة التحلل الانزيمي من الطرق الفعالة في استعادة البروتين من الأنواع غير المستغلة بشكل كافي من المخلفات دون التاثير بقيمتها الغذائية. اكتسبت المتحللات البروتينة اهتمامًا بحثيًا كبيرًا بسبب تطبيقاتها في الأغذية والأدوية ومستحضرات التجميل. فهي تظهر خصائص مضادة للميكروبات الموجبة والسالبة لصبغة كرام المسبب للامراض وذات نشاط مضاد للأكسدة. ان الخصائص الغذائية والوظيفية الاستثنائية للمتحللات البروتينية تجعل منها مكملات غذائية مثالية، وتوفر تطبيقات واسعة في صناعة الأغذية والصحية ولها تطبيقات متعددة في مجالات الحياة المختلفة .

الكلمات المفتاحية : المتحللات البروتينية ، الاحياء المجهرية ، مخلفات الأسماك

Abstract:

Fish waste rich in protein is exploited without disposing of it or selling it at low prices because it causes environmental problems. It is possible to produce protein hydrolysates and bioactive peptides from fish waste, which increases its economic value and reduces its potential harmful effects. These wastes included : skin, head, internal organs and fins. Protein hydrolysates derived from fish waste have a high nutritional value compared to those found in plant sources, as they contain all essential amino acids in addition to containing nutrients and bioactive peptides. The enzymatic hydrolysis method is an effective method for recovering protein from underutilized types of waste without affecting its nutritional value. In recent years, many researchers have become increasingly interested in protein

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

hydrolysates due to their great benefit in the fields of food, medicine, cosmetics and nutrition. Protein hydrolysates are used as antimicrobials to limit the growth of Gram-positive and Gram-negative pathogenic microorganisms, and antioxidant compounds. Protein hydrolysates are also used as food supplements because they have excellent nutritional and functional properties that create potential for their use in all food industries and health fields and have multiple applications in life.
Keywords: Protein hydrolysates, microorganisms, fish waste

المقدمة

تعد الأسماك من المصادر المهمة للمركبات التغذوية لسكان العالم و تنتج عن عملية تداول و تصنيع الأسماك نواتج ثانوية تعتبر مصدر مهم لمركبات ذات نوعية عالية و تحتوي على مغذيات أساسية الحافظة لصحة الانسان . وتشكل النواتج الثانوية حوالي 60% من الكتلة الكلية للأسماك و تشمل الرأس, الجلد, العظام , الكبد, القناة الهضمية , الاحشاء, الذيل , الحراشف .(Thithi *et al*.,2021 Das *et al*.,2022).

ينتج عن عمليات معالجة الأسماك اكثر من 60% من المواد الخام في البلدان النامية مثل الهند و يتم التخلص من هذه المخلفات او تحويلها الى اعلاف حيوانية , وتخضع قضية التخلص من مخلفات الأسماك الى قواعد صارمة بسبب القضايا البيئية (Elavarasan.2018).

ان الإدارة غير الكافية لمخلفات معالجة الأسماك او المنتجات الثانوية هي واحدة من اهم المشاكل الرئيسية التي تواجهها صناعة الأسماك في الوقت الحاضر و يؤدي سوء إدارة هذه المواد الخام الى خسارة اقتصادية و مشاكل بيئية , تعد عملية تحلل البروتين طريقة فعالة لأضافة قيمة الى بروتين مخلفات الأسماك , حيث تعمل متحللات البروتينية على تحسين الخصائص الوظيفية Zamora-sillero *et al*.,2018).

حيث تشكل احشاء الأسماك حوالي 20% من الوزن الكلي للاسماك في المياة العذبة و هي تعتبر من المخلفات الغنية بالبروتينات و الدهون و الاحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة و الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء و لقد جذبت متحللات الأسماك من الاحشاء عدد كبير من الباحثين في السنوات الأخيرة بسبب فائدتها الكبيرة في مجالات الأغذية و الادوية و مستحضرات التجميل (Das *et al*.(,2021

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

وتم استعمال العديد من الطرق لاستخلاص المتحللات البروتينية و الببتيدات من المخلفات الثانوية للاسماك و بما في ذلك التحلل الحامضي و التحلل القاعدي و التخمير البكتيري ولكل واحد من هذه الطرق له مزايا مختلفة Baco *et al*.,2022).

و التحلل البروتيني هي عملية يتم فيها تكسير البروتينات الى ببتيدات صغيرة و سلاسل قصيرة من الاحماض الامينية ذات الوظائف الفسيولوجية الواسعة بما في ذلك تاثيرات مضادة للاكسدة و مضادة للمايكروبات و مضادة للسرطان و تعديل المناعة و تعتبر خافضة للدهون و خافضة لسكر الدم و علاوة على ذلك تتمتع هذه الببتيدات الناتجة عن تكسير البروتينات بوزن جزيئي منخفض و معدل امتصاصية مرتفع و حساسية منخفضة مما يوفر إمكانيات كبيرة للتضمين في الأطعمة الوظيفية و المكملات التغذائية(Taheri *et al*.,2013: Rabiei *et al*.,2019b).

المتحللات البروتينية

البروتينات مركبات حيوية أساسية يمكن الحصول عليها من مصادر حيوانية ونباتية وتعتبر من العناصر الغذائية الضرورية لنمو الجسم وتطوره ، اذ درس نشاطها الحيوي المهم و خواصها الوظيفية في السنوات الأخيرة لما لها من دور في تعزيز الصحة واهميتها في الصناعات الغذائي (Rehman *et al*.,2020). تعرف المتحللات البروتينية بأنها بروتينات مقسمة إلى ببتيدات بأحجام متنوعة ومجموعة من الاحماض الامينية (Herpandi *et al*.,2011) كما يتم انتاج المتحللات البروتينية عن طريق إضافة الانزيمات المحللة للبروتين اوعن طريق تحلل البروتينات كيميائيا عن طريق معاملتها بالحوامض او القواعد (Bucci and Unlau ,2000).

أدخلت المتحللات البروتينية المستخلصة من مخلفات الأسماك الثانوية منها البيوض و الراس و الجلد و الاحشاء و باقي جسم السمكة في العديد من الصناعات الغذائية و التجميلية و الدوائية ;Lin *et al*.,2020 (Villain *et al* .,2017). استعملت المتحللات البروتينية لمخلفات الأسماك على نطاق واسع في مجالات مختلفة لدورها ونشاطها البيولوجي المهم منها دورها كمضادات للالتهابات (Gavva *et al*.,2020) كذلك تعد مضادات لمرض السرطان (Hu *et al*.,2019).

المتحللات البروتينية كمضادات للاحياء المجهرية

ان المتحللات البروتينية المتعددة لها دور فعال للحد من نمو الاحياء المجهرية والتقليل من التلوث وزيادة المناعة البيولوجية لذا توجب اجراء

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

العديد من الدراسات في الآونة الأخيرة للاهتمام بالبدائل الطبيعية الجديدة للمضادات الحياتية لحل اغلب المشاكل (soares *et al*.,2020). ان النشاط التثبيطي للأحياءالمجهرية المرضية للبروتينات يعود الى احتوائها على مركباتPeptidoglycan Lipolysaccharid التي تعمل بشكل فعال ضد البكتريا الموجبة و السالبة لصبغة كرام بشكل متفاوت و ذلك نتيجة لاحتواء البروتينات على نسب مختلفة من الاحماض الامينية في كل مادة تختلف عن ما هو موجود في بروتينات مادة اخرى كما ان هذه الاحماض الامينية تكون لها شحنات كهربائية بعضها سالبة و أخرى موجبة اذ تمتص على سطح الغشاء البكتيري و يسمى التفاعل الحاصل على سطح البكتريا بالكهرباء الساكنة (Xu *et al* .,2023). تعد الببتيدات المضادة للميكروبات هي سلاسل من الاحماض الامينية ذات الوزن الجزيئي اقل من 10 كيلو دالتون التي تحتوي عادة على اقل من 50 حامضا امينيا نصفها تقريبا كاره للماء (Najafian and Baji 2012). ان تفاعل هذه الببتيدات مع الغشاء البكتيري يؤدي تدمير مكونات الخلية. و يمكن للعديد من الببتيدات أيضا استنزافا بكتيريا دون تحلل الغشاء ربما عن طريق تعديل التمثيل الغذائي الخلوي (Wald *et al*.2016). مع ذلك فان الالية التي تمارس بها الببتيدات نشاطها المضاد للبكتريا لم يتفهمها بشكل كامل .

تمتلك جميع الببتيدات المضادة للميكروبات المستخلصة من الأسماك أنشطة مضادة للبكتريا ضد العديد من صبغات كرام السالبة و الموجبة . هذه الببتيدات المضادة للميكروبات لتطوير المضادات الحيوية الجديدة في المجال الدوائي و يمكن استخدام هذه الببتيدات المضادة للميكروبات كعوامل مضادة للبكتريا و مضادة للفيروسات و مضادة للفطريات و معدلة للمناعة و مضادة للأورام (Kim and Wijesekara 2010).

قام Ennaas *et al*.(2015) يحضر متحلل بروتيني من مخلفات الأسماك الثانوية من اسماك mackerel باستخدام انزيمات تجارية Papain, Flavourzyme, Neutrase , Protamex و أظهرت هذه المتحللات البروتينية نشاطا مضادا للبكتريا الموجبة لصبغة كرام (Listeria innocua) و السالبة لصبغة كرام (*Escherichia coli*) كما بينت هذه المتحللات اعلى نشاط مضاد للبكتريا عندما تم تجزئتها بالأسيتون مما يشير الى الطبيعة الكارهة للماء لهذه الببتيدات النشطة بيولوجيا.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

جدول (١) يوضح تثبيط الكائنات الحية المجهرية من قبل المتحللات البروتينية

المتحلل البروتيني	المصدر	نوع الكائن الحي المجهري	المصدر
Scomber japonicas	Fin Wastes	*Salmonella spp Escherichia.Coli*	(Ediriweera (*et al*.,2019
Agricultural wastes	(agro-industrial waste from coconut milk production)	*Bacillus subtilis, Pseudomonas aeruginosa and P. fluorescens.*	(Ditsawanon *et al*.,2022)
fishery wastes	Nile tilapia (Oreochromis niloticus) and snake-head fish	*Bacillus subtilis, Pseudomonas aeruginosa and P. fluorescens.*	(Ditsawanon *et al*.,2022)
Turbot (Scopthalmus maximus)	Viscera	*Gram (+) B. subtillis, Listeria monocytogens, S. aureus Gram (-) E. coli, Salmonella*	Bi *et al*., (2020)
Yellowfin tuna (Thunnus albacares)	Muscle	*Gram (+) S. aureus Gram (-) Escherichia.coli*	(Cerrato *et al*.,2020)
Tuna	head, bone, and skin,	*L. monocytogenes, S. aureus, B. cereus, E. coli,*	(Naghdi *et a*l.,2023)

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

	S. enterica, S. typhimurium		
(Trang& Pasuwan **2018)**	***Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis and gram – ve such as Escherichia coli***	**Tilapia Fish Waste**	**Oreochromis niloticus)**
(Trang& Pasuwan 2018)	***Gram (+) Listeria monocytogene, S. aureus***	**Head; frame, fin, belly flap meat**	**Nile Tilapia (Oreochromis niloticus)**
(Ediriweera *et al*., 2019)	***Gram (-) Escherichia. Coli, Salmonella***	**Fin**	**Pacific chub mackerel (Scomber japonicus)**
(Trang& Pasuwan 2018)	***Gram (+) S. aureus, B. subtilis Gram (-) Escherichia. coli***	**Frame and head**	**Tilapia Oreochromis niloticus)**

تطبيقات المتحللات البروتينية في الأنظمة الغذائية

تعد المتحللات البروتينية هي مكملات غذائية ممتازة يمكن استخدامها بسهولة كمركبات نشطة بيولوجيا يتم امتصاصها واستخدامها في عمليات التمثيل الغذائي المتنوعة. يمكن استخدام المتحللات البروتينية في العديد من الأطعمة كمضافات قابلة للاستخدام لأنها تحتوي على العديد من الخصائص الرئيسية و الخاصة, مثل القدرة على الاحتفاظ بالماء و القدرة على امتصاص الزيت و قابلية ذوبان البروتين و نشاط التجلط و القدرة على الرغوة و الاستحلاب (Chalamaiah *et al*.,2010).

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

يختلف التركيب التقريبي لمحللات بروتينات الأسماك باختلاف المادة الخام (الرأس و العظام و الجلد و الأحشاء)و نوع العملية و نوع التجفيف و مدى التحلل المائي و أي معالجة مسبقة أخرى للمادة الخام . التركيب الكيميائي للمواد الغذائية له دور مهم في صحة الأنسان عن طريق توفير العناصر الغذائية الأساسية للحفاظ على صحة جيدة. من المتوقع أن يختلف تكوين الأحماض الامينية في المتحللات البروتينية من مواد خام مختلفة تم انتاجها باستخدام مصادر انزيمية مختلفة في ظل ظروف مختلفة بشكل عام . توجد الاحماض الأمينية الأساسية المطلوبة بكثرة في المتحللات البروتينية مع كميات كبيرة من حامض الجلوتاميك و حامض الاسبارتيك. تحتوي المتحللات البروتينية أيضا على احماض امينية غير أساسية تم الاكتشاف عن وجود حامض امينى عطري في متحلل بروتين الأسماك(Chalamaiah *et al*,.2010).

توجد منتجات بروتينات الأسماك التي يتم تسويقها خصيصا كمكملات صحية في البلدان المتقدمة و ثبتت ان هذه المنتجات لها دور صحي محدود بخلاف الفائدة الغذائية. و تبين ان مستخلصات البروتين او الببتيدات الموجودة في المتحلل لها خصائص مضادة للأكسدة و مضادة للسمنة و تعديل المناعة و مضادة للتخثر ومضادة للميكروبات و مضادة للسرطان و مضادة لارتفاع ضغط الدم و ما الى ذلك Elavarasan *et al*.,2016 ; Elavarasan *et al*.,2014).

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

جدول (٢) يوضح دور المتحللات البروتينية و مصادرها في الاغذية

المتحلل البروتيني	مصدره	التطبيق في الاغذية	المصدر
متحلل فول الصويا	فول الصويا	يعمل على زيادة امتصاص الزيوت في وجبات المعكرونة	(Ashaolu.2020)
d tuna (Thunnus albacares) red	العضلات	تدعيم المايونيز	(Unnikrishnan *et al*.,2022)
(Cynoscion guatucupa)	عضلات الاسماك	تدعيم الزبادي	(*et al*.,2021)Lima
(Micromesistius poutassou)	مخلفات الاسماك	تدعيم المعكرونة السميد غنية بالعناصر المعدنية و عالية البروتين	(Khodaei *et al*,.2023)
سمك الانشوجه	مخلفات الاسماك	تدعيم الخبز الأبيض من ناحية زيادة الصلابة و زيادة الحجم	(Cho *et al* .,2019)
Salmon (Salmo salar)	أطار السمك	تدعيم بسكويت القمح المملح بزيادة نسبة البروتين وزيادة نسبة الكالسيوم و الصوديوم و الفسفور	(Idowu.2019)
سمك seabass	العظام و الرؤوس	تدعيم البسكويت بزيادة البروتين و الاحماض الدهنية المتعددة الغير مشبعة	(Honrado *et al*,.2024)

أظهرت الدراسات ان الأحماض الأمينية المهمة تكون المتحللات البروتينية من لحوم الأسماك أو مخلفات الأسماك اذ استخدامت المتحللات في العديد من المنتجات الغذائية بما في ذلك

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

الأرز و الوجبات الخفيفة و الأسماك و منتجات اللحوم و المقرمشات و الحبوب(Elavarasan *et al*.,2019).

بحلول عام 2022 أدى استخدام المكملات البروتينية في تركيبة حليب الأطفال الى تقليص نقص البروتين لذا يتزايد استخدام المكملات البروتينية التي تدخل في صناعة الأدوية و مستحضرات التجميل (Krishanamoorthy, Elavarasan. 2018) .

يمكن اعتبار المتحللات البروتينية امنة عندما يتم تحليلها من البروتينات التي لها تاريخ كونها امنه للاستهلاك و يتم انتاجها باستخدام البروتيزات كما تستخدم طرق المعالجة للأغذية الشائعة . يجب تقييم سلامة الأغذية و الببتيدات النشطة بيولوجيا االناتجة من المتحللات الامنة صحيا من قبل الشركة المصنعة قبل طرحها في السوق.يعد مراجعة تقييم السلامة للشركة من قبل لجنة مستقلة خارجية و الموافقة اللاحقة من قبل السلطات المختصة وفقا لإجراءات الأغذية الجديدة امرا ضروريا عندما يكون مصدر البروتين والعملية جديدا و تحت تناول كميات كبيرة من الاحماض الامينية (Schaafsma.2009).

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

References:

André, P., & Villain, F. (2017). Free radical scavenging properties of mannitol and its role as a constituent of hyaluronic acid fillers: a literature review. *International Journal of Cosmetic Science*, *39*(4), 355-360.

Ashaolu, T. J. (2020). Applications of soy protein hydrolysates in the emerging functional foods: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, *55*(2), 421-428.

Baco, N., Oslan, S. N. H., Shapawi, R., Mohhtar, R. A. M., Noordin, W. N. M., & Huda, N. (2022). Antibacterial activity of functional bioactive peptides derived from fish protein hydrolysate. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 967, No. 1, p. 012019). IOP Publishing.

Bi, J. W., Liu, Y., & Li, H. (2020). Daily tourism volume forecasting for tourist attractions. *Annals of Tourism Research*, *83*, 102923.

Bucci, L., & Unlu, L. (2000). Proteins and amino acid supplements in exercise and sport. *Energy-yielding macronutrients and energy metabolism in sports nutrition*, 191-212.

Cerrato, E., Mejia-Renteria, H., Dehbi, H. M., Ahn, J. M., Cook, C., Dupouy, P., ... & Escaned, J. (2020). Revascularization deferral of nonculprit stenoses on the basis of fractional flow reserve: 1-year outcomes of 8,579 patients. *Cardiovascular Interventions*, *13*(16), 1894-1903.

Chalamaiah, M., Rao, G. N., Rao, D. G., & Jyothirmayi, T. (2010). Protein hydrolysates from meriga (Cirrhinus mrigala) egg and evaluation of their functional properties. *Food Chemistry*, *120*(3), 652-657.

Cho, Y., Lee, J., Lee, M. Y., Cho, H. Y., & Choi, M. J. (2019). Effects of hydrolyzed animal protein on the enhancement of

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

saltiness and quality characteristics of white pan bread. *Food and Bioprocess Technology*, *12*, 1832-1841.

Ditsawanon, T., Roytrakul, S., Phaonakrop, N., Charoenlappanit, S., Thaisakun, S., & Parinthawong, N. (2022). Novel small antimicrobial peptides extracted from agricultural wastes act against Phytopathogens but not Rhizobacteria. *Agronomy*, *12*(8), 1841.

Ditsawanon, T., Roytrakul, S., Phaonakrop, N., Charoenlappanit, S., Thaisakun, S., & Parinthawong, N. (2022). Novel small antimicrobial peptides extracted from agricultural wastes act against Phytopathogens but not Rhizobacteria. *Agronomy*, *12*(8), 1841.

Ediriweera, T. K., Aruppala, A. L. Y. H., & Abeyrathne, E. D. N. S. (2019). Analysis of bioactive properties of fish protein hydrolysates from Scomber japonicus fin wastes.

Ediriweera, T. K., Aruppala, A. L. Y. H., & Abeyrathne, E. D. N. S. (2019). Analysis of bioactive properties of fish protein hydrolysates from Scomber japonicus fin wastes.

Elavarasan, K. (2018). Protein hydrolysates from fish processing waste: health benefits and their potential application. ICAR-Central Institute of Fisheries Technology, Cochin.

Elavarasan, K. (2019). Health benefits and potential applications of fish protein hydrolysate. *ICAR-Central Institute of Fisheries Technology*.

Elavarasan, K., Naveen Kumar, V., & Shamasundar, B. A. (2014). Antioxidant and functional properties of fish protein hydrolysates from fresh water carp (C Atla Catla) as influenced by the Nature of Enzyme. *Journal of Food Processing and Preservation*, *38*(3), 1207-1214.

Elavarasan, K., Shamasundar, B. A., Badii, F., & Howell, N. (2016). Angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity and structural properties of oven-and freeze-dried

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

protein hydrolysate from fresh water fish (Cirrhinus mrigala). *Food chemistry*, *206*, 210-216.

Ennaas, N., Hammami, R., Beaulieu, L., & Fliss, I. (2015). Purification and characterization of four antibacterial peptides from protamex hydrolysate of Atlantic mackerel (Scomber scombrus) by-products. *Biochemical and biophysical research communications*, *462*(3), 195-200.

Gavva, C., Patel, K., Kudre, T., Sharan, K., & Chilkunda, D. N. (2020). Glycosaminoglycans from fresh water fish processing discard-Isolation, structural characterization, and osteogenic activity. *International journal of biological macromolecules*, *145*, 558-567.

Herpandi, N. H., Rosma, A., & Wan Nadiah, W. A. (2011). The tuna fishing industry: A new outlook on fish protein hydrolysates. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *10*(4), 195-207.

Honrado, A., Miguel, M., Ardila, P., Beltrán, J. A., & Calanche, J. B. (2024). From Waste to Value: Fish Protein Hydrolysates as a Technological and Functional Ingredient in Human Nutrition. *Foods*, *13*(19), 3120.

Hu, S., Yu, J., Wang, Y., Li, Y., Chen, H., Shi, Y., & Ma, X. (2019). Fish consumption could reduce the risk of oral cancer in Europeans: a meta-analysis. *Archives of Oral Biology*, *107*, 104494.

Idowu, A. T., Benjakul, S., Sinthusamran, S., Pongsetkul, J., Sae-Leaw, T., & Sookchoo, P. (2019). Whole wheat cracker fortified with biocalcium and protein hydrolysate powders from salmon frame: characteristics and nutritional value. *Food Quality and Safety*, *3*(3), 191-199.

Khodaei, D., Forde, A., Noci, F., & Ryan, L. (2023). Physicochemical and sensory characteristics of pasta enriched with blue whiting (Micromesistius poutassou) fish protein

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

hydrolysate. *International Journal of Food Science & Technology*, *58*(5), 2782-2789.

Kim, S. K., & Wijesekara, I. (2010). Development and biological activities of marine-derived bioactive peptides: A review. *Journal of Functional foods*, *2*(1), 1-9.

Kumar, A., Krishnamoorthy, E., Devi, H. M., Uchoi, D., Tejpal, C. S., Ninan, G., & Zynudheen, A. A. (2018). Influence of sea grapes (Caulerpa racemosa) supplementation on physical, functional, and anti-oxidant properties of semi-sweet biscuits. *Journal of Applied Phycology*, *30*, 1393-1403.

Lima, K. O., da Rocha, M., Alemán, A., López-Caballero, M. E., Tovar, C. A., Gómez-Guillén, M. C., ... & Prentice, C. (2021). Yogurt fortification by the addition of microencapsulated stripped weakfish (Cynoscion guatucupa) protein hydrolysate. *Antioxidants*, *10*(10), 1567.

Lin, Y., Cai, X., Wu, X., Lin, S., & Wang, S. (2020). Fabrication of snapper fish scales protein hydrolysate-calcium complex and the promotion in calcium cellular uptake. *Journal of Functional Foods*, *65*, 103717.

Naghdi, S., Lorenzo, J. M., Mirnejad, R., Ahmadvand, M., & Moosazadeh Moghaddam, M. (2023). Bioactivity evaluation of peptide fractions from bighead carp (Hypophthalmichthys nobilis) using alcalase and hydrolytic enzymes extracted from Oncorhynchus mykiss and their potential to develop the edible coats. *Food and Bioprocess Technology*, *16*(5), 1128-1148.

Najafian, L., & Babji, A. S. (2012). A review of fish-derived antioxidant and antimicrobial peptides: Their production, assessment, and applications. *Peptides*, *33*(1), 178-185.

Phetchthumrongchai, T., Tachapuripunya, V., Chintong, S., Roytrakul, S., E-kobon, T., & Klaypradit, W. (2022). Properties of protein hydrolysates and bioinformatics prediction

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

of peptides derived from thermal and enzymatic process of skipjack tuna (katsuwonus pelamis) roe. *Fishes*, *7*(5), 255.

Rabiei, S., Rezaei, M., Abasian, Z., Khezri, M., Nikoo, M., Rafieian-Kopaei, M., & Anjomshoaa, M. (2019). The protective effect of Liza klunzingeri protein hydrolysate on carbon tetrachloride-induced oxidative stress and toxicity in male rats. *Iranian journal of basic medical sciences*, *22*(10), 1203.

Rehman, A., Tong, Q., Jafari, S. M., Assadpour, E., Shehzad, Q., Aadil, R. M., ... & Ashraf, W. (2020). Carotenoid-loaded nanocarriers: A comprehensive review. *Advances in colloid and interface science*, *275*, 102048.

Schaafsma, G. (2009). Safety of protein hydrolysates, fractions thereof and bioactive peptides in human nutrition. *European journal of clinical nutrition*, *63*(10), 1161-1168.

Singh, A., Benjakul, S., & Huda, N. (2020). Characteristics and nutritional value of biscuits fortified with debittered salmon (Salmo salar) frame hydrolysate. *International Journal of Food Science & Technology*, *55*(12), 3553-3562. Das, A., Nayak, Y., & Dash, S. (2021). Fish protein hydrolysate production, treatment methods and current potential uses: A review. *Skin*, *8*, 12.

Soares, A., Alexandre, K., & Etienne, M. (2020). Tolerance and persistence of Pseudomonas aeruginosa in biofilms exposed to antibiotics: Molecular mechanisms, antibiotic strategies and therapeutic perspectives. *Frontiers in microbiology*, *11*, 2057.

Taheri, A., Anvar, S. A. A., Ahari, H., & Fogliano, V. (2013). Comparison the functional properties of protein Hydrolysates from poultry byproducts and rainbow trout. *Iranian journal of fisheries sciences*, *12*(1), 154-169.

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

Trang, H. T. H., & Hwang, S. O. (2018). Connectivity analysis of underground sensors in wireless underground sensor networks. *Ad Hoc Networks*, *71*, 104-116.

Trang, H. T. H., & Pasuwan, P. (2018). Screening antimicrobial activity against pathogens from protein hydrolysate of rice bran and Nile Tilapia by-products. *International Food Research Journal*, *25*(5), 2157-2163.

Unnikrishnan, P., Puthenveetil Kizhakkethil, B., Anant Jadhav, M., Sivam, V., Ashraf, P. M., Ninan, G., & Aliyamveetil Abubacker, Z. (2020). Protein hydrolysate from yellowfin tuna red meat as fortifying and stabilizing agent in mayonnaise. *Journal of food science and technology*, *57*, 413-425.

Wald, M., Schwarz, K., Rehbein, H., Bußmann, B., & Beermann, C. (2016). Detection of antibacterial activity of an enzymatic hydrolysate generated by processing rainbow trout by-products with trout pepsin. *Food Chemistry*, *205*, 221-228.

Xu, T., Wu, H., Wu, C., Fan, G., Li, T., Shen, D., & Pan, Y. (2023). Structural Analysis and Antimicrobial Mechanism of a Protein GBSPI-A from Ginkgo Biloba Seed. *Journal of Food Biochemistry*, *2023*(1), 3979546.

Zamora-Sillero, J., Ramos, P., Monserrat, J. M., & Prentice, C. (2018). Evaluation of the antioxidant activity in vitro and in hippocampal HT-22 cells system of protein hydrolysates of common carp (Cyprinus carpio) by-product. *Journal of aquatic food product technology*, *27*(1), 21-34.

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