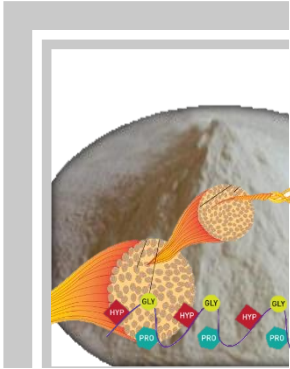


การพัฒนาคอลลาเจนเปปไทด์ จากสัตว์น้ำและคุณสมบัติทางชีวภาพ

ปวเรศวร์ อินทุเศรษฐ์

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการวัตถุดิบสัตว์น้ำ
กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง
25 มีนาคม 2564

Collagen Peptide



สัตว์น้ำเป็นแหล่งวัตถุดิบ
ที่น่าสนใจเป็นอย่างมากที่จะ
นำมาใช้ในการสกัด

คอลลาเจนเปปไทด์

เนื่องจากการแปรรูปสัตว์น้ำ
ทำให้เกิดเศษเหลือปริมาณมาก
ซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการ
สกัดคอลลาเจนได้ (Suresh

and Prabhu, 2013; Samaranayaka and Li-Chan, 2011; Kim and Wijesekara, 2010) คอลลาเจนเปปไทด์ที่ได้จาก
เศษเหลือของสัตว์น้ำ เป็นโปรตีนที่มีลักษณะเฉพาะ มีบทบาท
สำคัญต่อการบำรุงรักษาสุขภาพระบบภูมิคุ้มกัน ป้องกัน
โรคหัวใจ รวมทั้งโรคทางระบบประสาท คอลลาเจนเปปไทด์
เหล่านี้จะไม่ทำงานเมื่ออยู่ในรูปของคอลลาเจนธรรมชาติ
ที่มีสายยาว แต่จะทำงานก็ต่อเมื่อถูกตัดออกเป็นเปปไทด์
สายสั้น ๆ เหลือกรดอะมิโนประมาณ 3–20 ตัว และ
ความสามารถขึ้นกับการเรียงลำดับและองค์ประกอบของ
กรดอะมิโนในเปปไทด์นั้น ๆ (Menon and Lele, 2015; Pangestuti and Kim, 2014) คอลลาเจนเปปไทด์ที่ออกฤทธิ์
ทางชีวภาพหลายชนิดเกิดจากการย่อยสลายคอลลาเจนหรือ
เจลาตินจากสัตว์น้ำด้วยเอนไซม์ หรือ กระบวนการแปรรูป
อาหาร การหมักโดยจุลินทรีย์ รวมทั้งการย่อยโปรตีนจาก
สัตว์น้ำในระบบทางเดินอาหาร (Suresh and Prabhu, 2013; Samaranayaka and Li-Chan, 2011; Kim and Wijesekara, 2010; Liu *et al.*, 2015)

1 วิธีการผลิตคอลลาเจนเปปไทด์

วิธีการผลิตคอลลาเจนเปปไทด์ที่นิยมใช้มี 2 วิธี ได้แก่
1) วิธีการทางเคมี เป็นการย่อยคอลลาเจนด้วยกรดหรือด่าง
และ 2) วิธีการทางชีวภาพ เป็นการย่อยคอลลาเจนด้วย
เอนไซม์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วิธีการทางเคมี

การย่อยคอลลาเจนโดยวิธีการทางเคมีสามารถแบ่ง
ออกได้เป็น 2 แบบ คือ วิธีการย่อยด้วยกรดและวิธีการย่อย
ด้วยด่าง วิธีการย่อยด้วยกรด-ด่างนั้นเป็นวิธีการที่คุ้มค่าและ
มีขั้นตอนไม่ซับซ้อน ใช้ระยะเวลาในการย่อยไม่นาน และ
สามารถทำในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมได้จริง
อย่างไรก็ตาม กระบวนการย่อยโดยใช้กรดแก่หรือเบสแก่
อาจทำให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อม และยังลดคุณค่า
ทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ กระบวนการย่อยด้วยกรด
โดยทั่วไปมักใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 โมลาร์ ซึ่งช่วยเร่ง
อัตราการย่อยสลายพันธะเปปไทด์ ทำภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูง
110–120 °C ระยะเวลา 18–48 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก
กระบวนการนี้ยังคงได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่
สำหรับกระบวนการย่อยด้วยด่างมักใช้ด่างเข้มข้น เช่น
โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ในน้ำที่มี
อุณหภูมิสูงประมาณ 130–180 °C ซึ่งกระบวนการนี้อาจ
ทำลายกรดอะมิโนบางชนิด เช่น เซอรีน ซีสตีอีน ฮิสทีดีน
และทรีโอนีน (Anal *et al.*, 2013)

Contact : กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการวัตถุดิบสัตว์น้ำ
กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง



0 2940 6130-45 ต่อ 4217



pawaredi@fisheries.go.th



www4.fisheries.go.th/industry

2. วิธีการทางชีวภาพ

โดยทั่วไป คอลลาเจนเปปไทด์อาจเกิดขึ้นได้จากหลายวิธี เช่น การย่อยคอลลาเจนจากสัตว์น้ำด้วยเอนไซม์หรือกระบวนการแปรรูปอาหาร หรือการหมักด้วยจุลินทรีย์ รวมทั้งการย่อยในระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น แต่วิธีการผลิตคอลลาเจนเปปไทด์ที่นิยมใช้ในเชิงการค้า คือ การย่อยด้วยเอนไซม์ (Samaranayaka and Li-Chan, 2011; Anal *et al.*, 2013) ในระหว่างการย่อยคอลลาเจนจากสัตว์น้ำด้วยเอนไซม์ สายโซ่โพลีเปปไทด์จะค่อย ๆ ถูกย่อยให้เป็นสายเปปไทด์ที่มีขนาดเล็กลง โดยมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 1–4 กิโลดัลตัน (Liu *et al.*, 2015) วิธีนี้ยังช่วยปรับปรุงคุณสมบัติเชิงหน้าที่และคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนจากสัตว์น้ำ (Kim and Wijesekara, 2010)

2 การแยกและการทำให้คอลลาเจนเปปไทด์บริสุทธิ์

เปปไทด์ที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพจำนวนมากถูกผลิตขึ้นในระหว่างกระบวนการย่อยคอลลาเจนด้วยเอนไซม์ แต่มีเพียงเปปไทด์ปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น ที่มีคุณสมบัติที่ดีต่อสุขภาพและมีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ต่อร่างกาย เมื่อกระบวนการย่อยสิ้นสุดลง ไฮโดรไลเซสจะถูกนำไปทำให้บริสุทธิ์และแยกส่วนโดยการกรองหรือวิธีโครมาโตกราฟี (Mora, Reig and Tellra, 2014) ปฏิกริยาการย่อยคอลลาเจนด้วยเอนไซม์โปรติเอสทำในเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพที่ทำงานแบบเป็นรอบหรือทำงานแบบต่อเนื่อง หลังจากการย่อยเสร็จเปปไทด์ที่ได้จะถูกนำไปแยกส่วนและทำให้บริสุทธิ์เพื่อแยกเปปไทด์ที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพออกมา วิธีการที่นิยมใช้ในการทำให้เปปไทด์บริสุทธิ์ ได้แก่ อัลตรา-ฟิเตรชัน เจลฟิเตรชันโครมาโตกราฟี โครมาโตกราฟีแบบย้อนเฟส โครมาโตกราฟีแบบแลกเปลี่ยนไอออน โดยวิธีการกรองแบบอัลตราฟิเตรชัน (กรองผ่านเมมเบรน) เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการทำให้คอลลาเจนเปปไทด์บริสุทธิ์ (Cheung *et al.*, 2015) วิธีการดังกล่าวนี้ทำให้สารละลายเปปไทด์มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น และใช้ในการแยกเปปไทด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่าง ๆ ออกจากกัน ซึ่งสามารถแยกเปปไทด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ต้องการได้โดยใช้เมมเบรนที่เหมาะสม

ปัจจุบันเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพที่ติดตั้งระบบอัลตราฟิเตรชันเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่มีศักยภาพสำหรับใช้ในการพัฒนาเปปไทด์ที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสัตว์น้ำ เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเชิงหน้าที่และโภชนเภสัช (Kim and Wijesekara, 2010) สำหรับโครมาโตกราฟีแบบย้อนเฟสถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการจำแนกคุณลักษณะของคอลลาเจนเปปไทด์จากสัตว์น้ำ นอกจากนี้ แมสสเปกโตรโครมาโตกราฟีเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการจำแนกชนิดของเปปไทด์ แต่มีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ค่อนข้างสูง (Lafarga and Hayes, 2014)

3 คุณสมบัติทางชีวภาพของคอลลาเจนเปปไทด์จากสัตว์น้ำ

จากการศึกษางานวิจัย พบว่า คอลลาเจนเปปไทด์จากสัตว์น้ำมีคุณสมบัติทางชีวภาพหลายด้าน เช่น ลดความดันโลหิต ช่วยรักษาโรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง โรคระบบประสาท ออกฤทธิ์ต้านจุลชีพ ปรับฮอร์โมนในร่างกาย (Liang *et al.*, 2014a, 2014b; Gómez-Guillén *et al.*, 2011; Wang *et al.*, 2013; Chi *et al.*, 2014; Guo *et al.*, 2015a; Zhuang *et al.*, 2009a, 2009b) การศึกษาทางคลินิกชี้ให้เห็นว่า การรับประทานคอลลาเจนเปปไทด์ช่วยลดอาการเจ็บปวดในผู้ป่วยที่เป็นโรคข้อเข่าเสื่อมได้ คอลลาเจนเปปไทด์ยังเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โครงสร้างของกระดูกอ่อนอีกด้วย (Kim and Mendis, 2006) โดยคุณสมบัติทางชีวภาพของคอลลาเจนเปปไทด์จากสัตว์น้ำ มีดังต่อไปนี้

1) ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในอาหารเพื่อลดการเสื่อมคุณภาพเนื่องจากการเกิดออกซิเดชันของไขมัน โดย Butylated hydroxyanisole (BHA), tert-butyl hydroquinone (TBHQ), butylated hydroxytoluene (BHT) และ propyl gallate (PG) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมอาหารและยา แต่การใช้สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์มีข้อจำกัดเนื่องจากมีปัญหาด้านสุขภาพ ดังนั้นจึงเกิดกระแสความสนใจในการหาสารทดแทนสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์โดยใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (Najafian and Babji, 2012)

มีการศึกษา ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ คอลลาเจนเปปไทด์จากสัตว์น้ำในระบบออกซิเดชันต่าง ๆ (Gómez-Guillén *et al.*, 2011) คอลลาเจนเปปไทด์จากแมงกะพรุน (*Rhopilema esculentum*) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในระบบอิมัลชันของกรดไลโนเลอิก (Zhuang *et al.*, 2009a, 2009b; Liang *et al.*, 2014a, 2014b) คอลลาเจนเปปไทด์ที่ได้จากการย่อยคอลลาเจนจากเกล็ดปลา croceine croaker (*Pseudosciaena crocea*) แสดงคุณสมบัติที่ดีเยี่ยมในการกำจัดอนุมูลไฮดรอกซิล DPPH ซูเปอร์-ออกไซด์ และ ABTS คอลลาเจนที่ละลายในกรดและคอลลาเจนที่ละลายในเปปซินจากเกล็ดปลากระโทงเตงและปลายี่สกเทศมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และยังมีการวิจัยอีกมากมายที่แสดงว่าคอลลาเจนเปปไทด์จากสัตว์น้ำสามารถทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) ความสามารถในการจับโลหะ การขาดแร่ธาตุ เช่น แคลเซียม สังกะสี และเหล็ก อาจนำไปสู่การเกิดโรคต่าง ๆ ที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพ ภาวะขาดธาตุเหล็กและแคลเซียมเป็นปัญหาที่พบบ่อยที่สุด การขาดธาตุเหล็กอาจนำไปสู่ภาวะโลหิตจาง ปริมาณแคลเซียมที่เพียงพอจำเป็นสำหรับการพัฒนากระดูกและฟันของเด็ก การบริโภคแคลเซียมที่ไม่เพียงพออาจเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคกระดูกพรุน (Huang *et al.*, 2015) นักโภชนาการแนะนำให้บริโภคเลือกอาหารที่อุดมไปด้วยธาตุโลหะเพื่อบริโภคในแต่ละวัน ซึ่งคอลลาเจนเปปไทด์จากสัตว์น้ำสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายเนื่องจากมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และมีความสามารถในการจับกับไอออนของธาตุโลหะ เช่น แคลเซียมและเหล็กได้อย่างดีเยี่ยม โดยสารประกอบระหว่างคอลลาเจนเปปไทด์และไอออนแคลเซียมช่วยส่งเสริมการดูดซึมแคลเซียมเข้าร่างกายมนุษย์ (Guo *et al.*, 2015a, 2015b, 2015c) คอลลาเจนเปปไทด์จากแมงกะพรุน (*R. esculentum*) มีความสามารถในการจับกับธาตุทองแดง (Zhuang *et al.*, 2009a, 2009b) คอลลาเจนเปปไทด์จากหนังหมึกกล้วยมีความสามารถในการจับกับธาตุเหล็ก (Nakchum and Kim, 2016) Huang *et al.* (2015) รายงานว่าคอลลาเจนเปปไทด์จากปลานวลจันทร์ทะเลมีความสามารถในการจับกับธาตุเหล็กสูงเมื่อเทียบกับคอลลาเจนเปปไทด์จากปลาชนิดอื่น ๆ

คอลลาเจนเปปไทด์จากหนังปลาอลาสก้าพอลลอคมี ความสามารถในการจับกับธาตุเหล็กและทองแดง (Guo *et al.*, 2015c) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าคอลลาเจนเปปไทด์สามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเชิงหน้าที่ในการจัดการกับปัญหาภาวะการขาดแร่ธาตุได้

3) ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ไทโรซิเนสเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์เมลานินซึ่งพบได้ทั่วไปในจุลินทรีย์ พืช และสัตว์ เอนไซม์ชนิดนี้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชันของไทโรซินให้เปลี่ยนเป็น 3, 4-dihydroxyphenylalanine (DOPA) และเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ DOPA ให้เปลี่ยนเป็น dopaquinone แม้ว่าเมลานินจะมีบทบาทสำคัญในการปกป้องผิวจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต และการเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้ชนิดต่าง ๆ มีความเกี่ยวข้องกับเอนไซม์ไทโรซิเนสในเนื้อเยื่อพืช ดังนั้น สารยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสจึงมีความน่าสนใจมากขึ้นเรื่อย ๆ แต่สารยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส เช่น ซัลไฟต์ และกรดโคจิก (kojic acid) มีความเป็นพิษต่อเซลล์สูง และมีความคงตัวในที่ที่มีออกซิเจนและน้ำปริมาณต่ำ มีรายงานว่าคอลลาเจนเปปไทด์จากสัตว์น้ำซึ่งเป็นสารจากธรรมชาติมีความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (Nakchum and Kim, 2016) คอลลาเจนไฮโดรไลเสตจากแมงกะพรุนมีความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไทโรซิเนสเนื่องจากมีความสามารถในการจับกับ Cu^{2+} (Zhuang *et al.*, 2009a, 2009b)

4) ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ Angiotensin I-converting

Angiotensin I-converting เป็นเอนไซม์ที่มีสังกะสีเป็นองค์ประกอบทำหน้าที่เปลี่ยน angiotensin I ที่ไม่ทำงานเป็น angiotensin II เอนไซม์ดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของระบบ renin-angiotensin ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการรักษาสมดุลของความดันโลหิต และสมดุลของของเหลวและเกลือ ตลอดจนการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ และการรักษาอาการอักเสบ (Young *et al.*, 2013; Zhuang *et al.*, 2012a) ปัจจุบันโรคความดันโลหิตสูงนับเป็นหนึ่งในโรคเรื้อรังที่ร้ายแรงที่สุด ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ

โรคดังกล่าวกลายเป็นประเด็นปัญหาทางการแพทย์และสาธารณสุขที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น (Cheung *et al.*, 2009) แม้ว่าสารยับยั้ง ACE ที่สังเคราะห์ขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการรักษาโรคความดันโลหิตสูงได้ แต่สารสังเคราะห์ดังกล่าวทำให้เกิดผลข้างเคียงหลายประการ การพัฒนาเปปไทด์ที่ยับยั้ง ACE จากโปรตีนของสัตว์น้ำนับเป็นทางเลือกที่ปลอดภัยกว่ายาที่ยับยั้ง ACE ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด คอลลาเจนเปปไทด์จากสัตว์น้ำซึ่งเกิดจากการย่อยด้วยเอนไซม์เป็นสารยับยั้ง ACE ที่มีศักยภาพ (Kong *et al.*, 2011) คอลลาเจนเปปไทด์จากหนังปลาฉลามก้ำพอลลีค (Guo *et al.*, 2015c) และคอลลาเจนไฮโดรไลซิสจากปลิงทะเลแดง (*Parastichopus californicus*) (Liu *et al.*, 2011) มีฤทธิ์ในการยับยั้ง ACE การศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าคอลลาเจนเปปไทด์จากสัตว์น้ำอาจใช้ในการป้องกันโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงได้ ซึ่งการศึกษาเพิ่มเติมอาจนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ความดันโลหิตชนิดใหม่ได้

5) คุณสมบัติด้านการเยือกแข็ง โปรตีนหรือเปปไทด์ด้านการเยือกแข็งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเกิดผลึกของน้ำแข็ง ซึ่งจะปลดจุดเยือกแข็งโดยไม่เปลี่ยนแปลงจุดหลอมเหลว ทำให้สามารถช่วยรักษาโครงสร้าง เนื้อสัมผัส และคุณภาพของอาหารแช่แข็งจากการแช่แข็งและการละลายหลาย ๆ รอบได้ ซึ่งสามารถช่วยในการเก็บรักษาเลือด หรือผลไม้ เช่น ส้ม รวมทั้งเนื้อเยื่อ โดยจะลดหรือป้องกันความเสียหายของเซลล์และเนื้อเยื่อ Cao *et al.* (2016) ได้สกัดและศึกษาคุณสมบัติของคอลลาเจนเปปไทด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุล 1162.8 ดัลตัน พบว่า สามารถยับยั้งการเกิดผลึกน้ำแข็งได้ และ Wang *et al.* (2014a, 2014b, 2014c) รายงานการเตรียมและการคัดแยกคอลลาเจนเปปไทด์ด้านการเยือกแข็งที่มีน้ำหนักโมเลกุล 906 ดัลตัน จากหนังปลาฉลาม พบว่า คอลลาเจนเปปไทด์ด้านการเยือกแข็งแสดงผลในการป้องกันการเยือกแข็งของเชื้อ *Streptococcus thermophiles* ที่ผ่านการทำแห้งแบบเยือกแข็งได้ โดยช่วยเพิ่มการรอดของเซลล์มีชีวิตและกิจกรรมของเอนไซม์ภายในเซลล์ได้อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าสามารถปกป้องเยื่อหุ้มเซลล์ได้ โดยกลไกการป้องกันของคอลลาเจนเปปไทด์ด้านการเยือกแข็งอาจเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยากับฟอสโฟลิปิดในเยื่อหุ้มเซลล์ คอลลาเจนเปปไทด์

ที่สามารถจับตัวกับน้ำแข็งได้เป็นอย่างดี มีศักยภาพที่จะถูกนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นสารด้านการเยือกแข็ง เพื่อใช้ในการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกที่เป็นประโยชน์หรือใช้ในการเก็บรักษาอาหารแปรรูปที่ต้องการการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (Wang *et al.*, 2014a, 2014b, 2014c; Wang *et al.*, 2015a, 2015b) อย่างไรก็ตาม คอลลาเจนเปปไทด์ด้านการเยือกแข็งจากสัตว์น้ำยังไม่มีจำหน่ายในเชิงการค้า จึงยังเป็นข้อจำกัดในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

6) ความสามารถในการรักษาบาดแผล กระบวนการรักษาบาดแผลประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การอักเสบ การแบ่งตัว และการเจริญเต็มที่ การสร้างคอลลาเจนเป็นกระบวนการที่สำคัญในการรักษาบาดแผล ซึ่งคอลลาเจนเปปไทด์ช่วยส่งเสริมกระบวนการแบ่งตัวของเซลล์ (Zhang *et al.*, 2011) และวัสดุชีวภาพที่ทำจากคอลลาเจนในรูปแบบเจล ฟองน้ำ หรือผ้าห่อหุ้ม มีคุณสมบัติในการรักษาบาดแผล Wang *et al.* (2015a, 2015b) รายงานว่าการรับประทานคอลลาเจนเปปไทด์จากปลาแซลมอน (*Oncorhynchus keta*) ช่วยรักษาบาดแผลได้ นอกจากนี้ ยังมีผลการวิจัยหลายเรื่องยืนยันถึงบทบาทสำคัญของคอลลาเจนเปปไทด์ต่อการเร่งกระบวนการรักษาแผล ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ว่าคอลลาเจนเปปไทด์สามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นส่วนผสมของอาหารเชิงหน้าที่หรือตัวยาในอุตสาหกรรมยาเพื่อช่วยรักษาแผลให้หายเร็วขึ้น (Banerjee *et al.*, 2015)

7) คุณสมบัติการเพิ่มจำนวนของเซลล์ คอลลาเจนเปปไทด์จากเกล็ดปลานิล (*Oreochromis sp.*) มีความสามารถในการกระตุ้นการเพิ่มจำนวนเซลล์ไฟโบรบลาสต์ การสังเคราะห์คอลลาเจน และการสังเคราะห์โปรคอลลาเจน (Chai *et al.*, 2010) Liu *et al.* (2014) รายงานว่าคอลลาเจนเปปไทด์มีความสามารถในการเพิ่มเซลล์สร้างกระดูก และการเกิดโครงสร้างของกระดูก Ohara *et al.* (2010) ศึกษาผลของคอลลาเจนเปปไทด์ที่มีต่อองค์ประกอบโครงสร้างภายนอกเซลล์ผิวหนังและการเพิ่มจำนวนเซลล์โดยใช้การเพาะเลี้ยงเซลล์ไฟโบรบลาสต์ของผิวหนังมนุษย์ พบว่า การรับประทานคอลลาเจนเปปไทด์ช่วยปรับปรุงโครงสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ภายนอกเซลล์ของผิวหนังได้

8) การรักษาโรคกระดูกและข้อต่อ และฤทธิ์ต้านริ้วรอย

มีหลักฐานมากมายแสดงให้เห็นว่าคอลลาเจนเปปไทด์มีประโยชน์ต่อเนื้อเยื่อกระดูก รวมทั้งการกระตุ้นเซลล์สร้างกระดูก การปรับปรุงความสามารถในการดูดซึมแคลเซียมโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์ (Antoniewski and Barringer, 2010) คอลลาเจนเปปไทด์มีบทบาทสำคัญในการจัดการความผิดปกติของกระดูกและข้อต่อ ป้องกันและรักษาโรคกระดูกพรุน รวมถึงโรคข้อเข่าเสื่อม (Guillerminet *et al.*, 2012; Fikai *et al.*, 2013; Liu *et al.*, 2014) ในประเทศญี่ปุ่น คอลลาเจนและคอลลาเจนเปปไทด์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดมีคุณสมบัติเป็นอาหารเชิงหน้าที่ไว้สำหรับการรักษาปัญหาโรคข้อต่อเสื่อมและบำรุงกระดูกให้แข็งแรง (Wu *et al.*, 2004) สำหรับผลการต่อต้านริ้วรอยของคอลลาเจนเปปไทด์จะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าคอลลาเจนเปปไทด์มีฤทธิ์ในการต่อต้านริ้วรอยและมักใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเพื่อสุขภาพและเครื่องสำอาง (Liu *et al.*, 2010)

เอกสารอ้างอิง

- Anal, A. K., A. Noomhorm and P. Vongsawasdi. 2013. Protein hydrolysates and bioactive peptides from seafood and crustacean waste: Their extraction, bioactive properties and industrial perspectives. In S. K. Kim (Ed.), *Marine proteins and peptides: Biological activities and applications*. USA: Wiley-Blackwell. pp. 709–735.
- Antoniewski, M. N. and S. A. Barringer. 2010. Meat shelf-life and extension using collagen/gelatin coatings: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 50(7): 644–653.
- Banerjee, P., L. Suguna and C. Shanthi. 2015. Wound healing activity of a collagen-derived cryptic peptide. *Amino Acids*. 47(2): 317–328.
- Cao, H., Y. Zhao, Y. B. Zhu, F. Xu, J. S. Yu and M. Yuan. 2016. Antifreeze and cryoprotective activities of ice-binding collagen peptides from pig skin. *Food Chem*. 194: 1245–1253.
- Chai, H. J., J. H. Li, H. N. Huang, T. L. Li, Y. L. Chan, C. Y. Shiau and C. J. Wu. 2010. Effects of sizes and conformations of fish-scale collagen peptides on facial skin qualities and transdermal penetration efficiency. *J Biomed Biotechnol*. 2010. 1–9.
- Cheung, I. W. Y., S. Nakayama, M. N. K. Hsu, A. G. P. Samaranayaka and E. C. Y. Li-Chan. 2009. Angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity of hydrolysates from oat (*Avena sativa*) proteins by in silico and in vitro analyses. *J. Agric. Food Chem*. 57(19): 9234–9242.
- Cheung, R. C. F., T. B. Ng and J. H. Wong. 2015. Marine peptides: Bioactivities and applications. *Mar Drugs*. 13(7): 4006–4043.
- Chi, C. F., Z. H. Cao, B. Wang, F. Y. Hu, Z. R. Li and B. Zhang. 2014. Antioxidant and functional properties of collagen hydrolysates from spanish mackerel skin as influenced by average molecular weight. *Molecules*. 19(8): 11211–11230.
- Fikai, A., M. G. Albu, M. Birsan, M. Sonmez, D. Fikai, V. Trandafir and E. Andronescu. 2013. Collagen hydrolysate based collagen/hydroxyapatite composite materials. *J. Mol. Struct*. 1037: 154–159.
- Gómez-Guillén, M. C., B. Giménez, M. E. López-Caballero and M. P. Montero. 2011. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocolloid*. 25(8): 1813–1827.
- Guillerminet, F., V. Fabien-Soulé, P. C. Even, D. Tomé, C. L. Benhamou, C. Roux and A. Blais. 2012. Hydrolyzed collagen improves bone status and prevents bone loss in Ovariectomized C3H/HeN mice. *Osteoporosis Int*. 23(7): 1909–1919.
- Guo, H., Z. Hong and R. Yi. 2015a. Core-shell collagen peptide chelated calcium/calcium alginate nanoparticles from fish scales for calcium supplementation. *J. Food Sci*. 80(7): N1595–N1601.
- Guo, L., P. A. Harnedy, M. B. O'Keeffe, L. Zhang, B. Li, H. Hou and R. J. FitzGerald. 2015b. Fractionation and identification of Alaska pollock skin collagen-derived mineral chelating peptides. *Food Chem*. 173: 536–542.
- Guo, L., P. A. Harnedy, L. Zhang, B. Li, Z. Zhang, H. Hou, and R. J. FitzGerald. 2015c. In vitro assessment of the multifunctional bioactive potential of Alaska pollock skin collagen following simulated gastrointestinal digestion. *J Sci Food Agr*. 95(7): 1514–1520.
- Huang, C. Y., C. H. Wu, J. I. Yang, Y. H., Li and J. M. Kuo. 2015. Evaluation of iron binding activity of collagen peptides prepared from the scales of four cultivated fishes in Taiwan. *J Food Drug Anal*. 23(4): 671–678.
- Kim, S. K. and E. Mendis. 2006. Bioactive compounds from marine processing byproducts-a review. *Food Res Int*. 39(4): 383–393.
- Kim, S. K. and I. Wijesekara. 2010. Development and biological activities of marine derived bioactive peptides: A review. *J Funct Foods*. 2(1): 1–9.

- Kong, Q., F. Chen, X. Wang, J. Li, B. Guan and X. Lou. 2011. Optimization of conditions for enzymatic production of ACE inhibitory peptides from collagen. *Food Bioprocess Tech.* 4(7): 1205–1211.
- Lafarga, T. and M. Hayes. 2014. Bioactive peptides from meat muscle and by-products: Generation, functionality and application as functional ingredients. *Meat Sci.* 98(2): 227–239.
- Liang, Q., L. Wang, Y. He, Z. Wang, J. Xu and H. Ma. 2014a. Hydrolysis kinetics and antioxidant activity of collagen under simulated gastrointestinal digestion. *J Funct Foods.* 11: 493–499.
- Liang, Q., L. Wang, W. Sun, Z. Wang, J. Xu and H. Ma. 2014b. Isolation and characterization of collagen from the cartilage of Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*). *Process Biochem.* 49(2): 318–323.
- Liu, C., D. Peng, J. Yang, Y. Li and Y. Li. 2010. Anti-oxidative and anti-aging activities of collagen hydrolysate. Biomedical Engineering and Informatics (BMEI), 2010 3rd International Conference. 1981–1984.
- Liu, Z. Y., D. Chen, Y. C. Su and M. Y. Zeng. 2011. Optimization of hydrolysis conditions for the production of the angiotensin-I converting enzyme inhibitory peptides from sea cucumber collagen hydrolysates. *J Aquat Food Prod T.* 20(2): 222–232.
- Liu, J., B. Zhang, S. Song, M. Ma, S. Si, Y. Wang and Y. Guo. 2014. Bovine collagen peptides compounds promote the proliferation and differentiation of MC3T3-E1 pre-osteoblasts. *PloS One.* 9(6): 99920.
- Liu, D., M. Nikoo, G. Boran, P. Zhou and J. M. Regenstein. 2015. Collagen and gelatin. *Annu Rev Food Sci T.* 6: 527–557.
- Menon, V. V. and S. S. Lele. 2015. Nutraceuticals and bioactive compounds from seafood processing waste. In S. K. Kim (Ed.), Springer handbook of marine biotechnology. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. pp. 1405–1425.
- Mora, L., M. Reig and F. Toldrá. 2014. Bioactive peptides generated from meat industry by-products. *Food Res Int.* 65: 344–349.
- Najafian, L. and A. S. Babji. 2012. A review of fish-derived antioxidant and antimicrobial peptides: Their production, assessment, and applications. *Peptides.* 33(1): 178–185.
- Nakchum, L. and S. M. Kim. 2016. Preparation of squid skin collagen hydrolysate as an antihyaluronidase, antityrosinase, and antioxidant agent. *Prep. Biochem. Biotechnol.* 46(2): 123–130.
- Ohara, H., S. Ichikawa, H. Matsumoto, M. Akiyama, N. Fujimoto, T. Kobayashi and S. Tajima. 2010. Collagen-derived dipeptide, proline-hydroxyproline, stimulates cell proliferation and hyaluronic acid synthesis in cultured human dermal fibroblasts. *J Dermatol.* 37(4): 330–338.
- Pangestuti, R. and S. K. Kim. 2014. Bioactive materials derived from seafood and seafood processing by-products. In A. Noomhorm, I. Ahmad, & A. K. Anal (Eds.), Functional foods and dietary supplements: Processing effects and health benefits. USA: Wiley- Blackwell. pp. 139–158.
- Samaranayaka, A. G. and E. C. Li-Chan. 2011. Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment, and potential applications. *J Funct Foods.* 3(4): 229–254.
- Suresh, P. V. and G. N. Prabhu. 2013. Seafood. In M. Chandrasekaran (Ed.), Valorization of food processing by-products. Taylor & Francis, New York: CRC Press. pp. 685–736.
- Wang, B., Y. M. Wang, C. F. Chi, H. Y. Luo, S. G. Deng and J. Y. Ma. 2013. Isolation and characterization of collagen and antioxidant collagen peptides from scales of croceine croaker (*Pseudosciaena crocea*). *Mar Drugs.* 11(11): 4641–4661.
- Wang, H., Y. Liang, H. Wang, H. Zhang, M. Wang and L. Liu. 2014a. Physical–chemical properties of collagens from skin, scale, and bone of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *J Aquat Food Prod T.* 23(3): 264–277.
- Wang, L., Q. Liang, T. Chen, Z. Wang, J. Xu and H. Ma. 2014b. Characterization of collagen from the skin of Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*). *Food Hydrocolloid.* 38: 104–109.
- Wang, S., J. Zhao, L. Chen, Y. Zhou and J. Wu. 2014c. Preparation, isolation and hypothermia protection activity of antifreeze peptides from shark skin collagen. *Food Sci Technol-Leb.* 55(1): 210–217.
- Wang, J., M. Xu, R. Liang, M. Zhao, Z. Zhang and Y. Li. 2015a. Oral administration of marine collagen peptides prepared from chum salmon (*Oncorhynchus keta*) improves wound healing following cesarean section in rats. *Food Nutr Res.* 59: 26411.
- Wang, W., M. Chen, J. Wu and S. Wang. 2015b. Hypothermia protection effect of antifreeze peptides from pigskin collagen on freeze-dried *Streptococcus thermophiles* and its possible action mechanism. *Food Sci Technol-Leb.* 63: 878–885.
- Wu, J., M. Fujioka, K. Sugimoto, G. Mu and Y. Ishimi. 2004. Assessment of effectiveness of oral administration of collagen peptide on bone metabolism in growing and mature rats. *J Bone Miner Metab.* 22(6): 547–553.
- Young, J. F., M. Therkildsen, B. Ekstrand, B. N. Che, M. K. Larsen, N. Oksbjerg and J. Stagsted. 2013. Novel aspects of health promoting compounds in meat. *Meat Sci.* 95(4): 904–911.
- Zhang, Z., J. Wang, Y. Ding, X. Dai and Y. Li. 2011. Oral administration of marine collagen peptides from chum salmon skin enhances cutaneous wound healing and angiogenesis in rats. *J. Sci. Food Agr.* 91(12): 2173–2179.
- Zhuang, Y., L. Sun, X. Zhao, J. Wang, H. Hou and B. Li. 2009a. Antioxidant and melanogenesis-inhibitory activities of collagen peptide from jellyfish (*Rhopilema esculentum*). *J. Sci. Food Agr.* 89(10): 1722–1727.
- Zhuang, Y., X. Zhao and B. Li. 2009b. Optimization of antioxidant activity by response surface methodology in hydrolysates of jellyfish (*Rhopilema esculentum*) umbrella collagen. *J Zhejiang Univ-Sc B.* 10(8): 572–579.
- Zhuang, Y., L. Sun and B. Li. 2012a. Production of the angiotensin-I converting enzyme (ACE)-inhibitory peptide from hydrolysates of jellyfish (*Rhopilema esculentum*) collagen. *Food Bioprocess Tech.* 5(5): 1622–1629.