บทความวิชาการ

การลดปริมาณฮีสตามีนในปลาและผลิตภัณฑ์ปลาโดยจุลินทรีย์

Histamine Reduction in Fish and Fishery Products by Microorganisms

อำพรรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์*
Ampun Chaikulsareewath*

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกสินค้าประมงเป็นอันดับ 3 ของโลก มีมูลค่าการส่งออก 6 พันล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ โดยมีส่วนแบ่งทางการตลาด ร้อยละ 8 ของโลก รองจากจีน (9 พันล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) และนอร์เวย์ (7 พันล้านดอลล่าร์สหรัฐ) สินค้าประมงนับว่าเป็นสินค้าส่งออกของไทยที่สามารถสร้างรายได้เข้าประเทศได้กว่าแสนล้านบาทต่อปี [1] ในสินค้าประมงเหล่านี้มีการส่งออกเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยพบว่าประเทศไทยมีการส่งออกปลาและผลิตภัณฑ์ในปี 2553 2554 และ 2555 เป็นมูลค่า 99,039 112,150 และ 131,562 ล้านบาท ตามลำดับ โดยส่งออกไปยังประเทศที่สำคัญ 10 อันดับแรก ได้แก่ จีน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา มาเลเซีย อินโดนีเซีย เกาหลีใต้ สหราชอาณาจักร เวียดนาม กัมพูชา และออสเตรเลีย ตามลำดับ [2] ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มขยายตัวอย่างต่อเนื่องตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรทั้งในและต่างประเทศ ดังนั้นจึงต้องควบคุมให้สินค้าประมงมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานของสากล แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีการควบคุมคุณภาพแล้ว แต่ก็ยังคงมีปัญหาได้อีก เนื่องมาจากปัจจัยหลายด้านที่ไม่สามารถควบคุมได้ ตั้งแต่ขั้นตอนและกระบวนการจับปลา กระบวนการเก็บรักษา และกระบวนการแปรรูป เป็นต้น ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ส่งเสริมทำให้เกิดการเน่าเสียของปลาจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนตามธรรมชาติ และส่งผลให้เกิดการสะสมสารฮีสตามีนในผลิตภัณฑ์จากปลา จนส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภคที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้ ฮีสตามีนเป็นสารประกอบไบโอจินิกเอมีน พบได้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด โดยเฉพาะปลาและผลิตภัณฑ์จากปลา ฮีสตามีนเกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในปลา โดยจุลินทรีย์จะสร้างเอนไซม์ฮีสติดีนดีคาร์บอกซิเลสย่อยสลายกรดอะมิโนฮีสติดีนอิสระในเนื้อปลาให้เป็นฮีสตามีน หากผู้บริโภครับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อนฮีสตามีนเข้าไปในปริมาณมาก ก็จะส่งผลให้เกิดอาการแพ้ เช่น มีผื่นคัน หน้าแดง แสบร้อนบริเวณปาก และปวดศรีษะ เป็นต้น [3] ฮีสตามีนถูกทำลายได้ยากด้วยวิธีการแปรรูปต่างๆ ทั้งการแช่แข็ง การให้ความร้อน และการรมควัน ดังนั้นจึงควรควบคุมคุณภาพของปลาและผลิตภัณฑ์และหาทางลดปริมาณของฮีสตามีนให้อยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่กำหนด และปลอดภัยต่อผู้บริโภค การใช้จุลินทรีย์ในการลดปริมาณฮีสตามีนในผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ที่ผลิตฮีสตามีน และช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ไบโอจินิกเอมีน

ไบโอจินิกเอมีน (biogenic amines) เป็นสารประกอบที่มีธาตุไฮโดรเจนในองค์ประกอบของแอมโมเนียแทนที่ด้วยหมู่อัลคิลหรืออัลลิล (alkyl or aryl groups) [4] สารประกอบไบโอจินิกเอมีน มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด (Figure 1) เช่น พิวตริซีน (putrescine) คาดาเวอรีน (cadaverine) แอคมาทีน (agmatine) สเปอร์มีน (spermine) และสเปอร์มิดีน (spermidine) เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างเป็นอะลิฟาติก (aliphatic structure) ขณะที่ไทรามีน (tyramine) และฟีนิลเอทิลเอมีน (phenylethylamine) เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างเป็นอะโรมาติก(aromatic structure) โครงสร้างที่เป็นเฮเทอโรไซคลิก (heterocyclic structure) ได้แก่ ฮีสตามีน (histamine) และทริปตามีน (tryptamine) [5]

ไบโอจินิกเอมีนเป็นสารประกอบที่พบได้ทั่วไปในเซลล์ที่มีชีวิต พบได้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น ปลาและผลิตภัณฑ์จากปลา ไวน์ เนยแข็ง ผลิตภัณฑ์จากนม เบียร์ เนื้อ และผัก ไบโอจินิกเอมีนเกิดขึ้นในระหว่างการเน่าเสียของอาหาร โดยจุลินทรีย์จะสร้างเอนไซม์ดีคาร์บอกซิเลส (decarboxylase) ย่อยสลายกรดอะมิโนอิสระในอาหารเหล่านั้นจนได้เป็นไบโอจินิกเอมีน [7] ฮีสตามีนเกิดจากแบคทีเรียที่สร้างฮีสติดีนดีคาร์บอกซิเลส (histidine

chai_ampun@hotmail.com
*อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร
*Lecturer, Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University, Bangkok.

decarboxylase) ย่อยสลายกรดอะมิโนฮีสติดีน (histidine) ที่มีอยู่มากในโปรตีนเนื้อปลา ให้เปลี่ยนเป็นฮีสตามีน หรือเรียกว่า สคอมโบรทอกซิน (Scombrotoxin) แสดงใน Figure 2

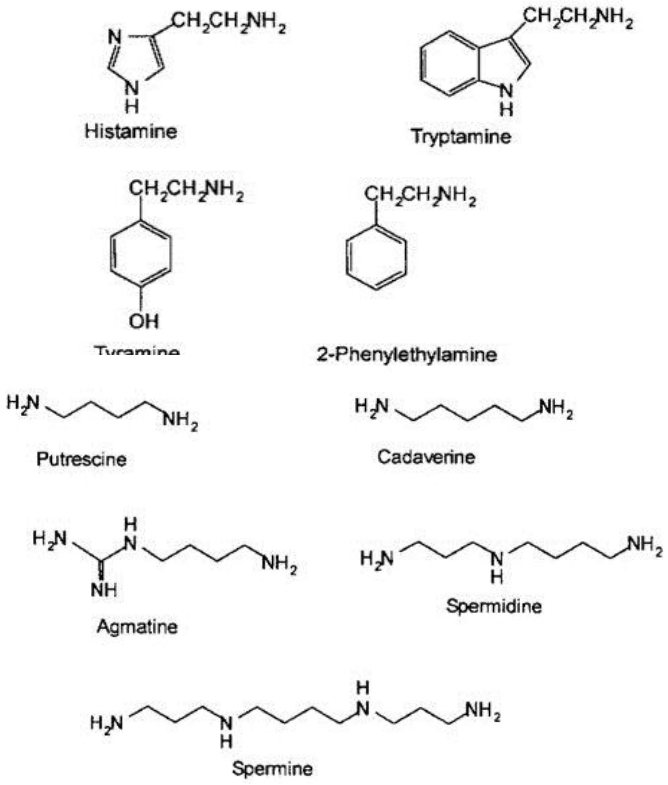

Figure 1 Shows the structures of biogenic amines. [6]

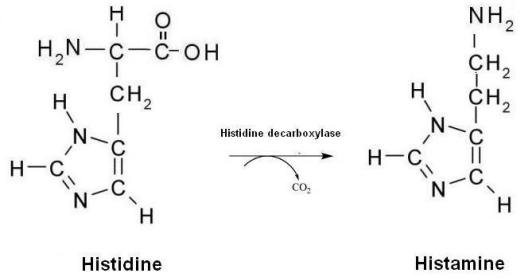

Figure 2 Formation of histamine by decarboxylation of L-histidine. [8]

การเกิดฮีสตามีนในปลาและผลิตภัณฑ์

ปลาสดเมื่อจับมาใหม่ๆ ก่อนจะนำไปแปรรูปจะมีระดับของฮีสตามีนต่ำกว่า 0.1 mg/100 ml เมื่อเก็บปลาสดไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าหรือเท่ากับ 0 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในปลาจะยังไม่ผลิตฮีสตามีน แต่เมื่ออยู่ในภาวะที่เหมาะสม เช่นอุณหภูมิสูงขึ้น จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจะเพิ่มจำนวนและผลิตฮีสตามีนในปริมาณมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นไปได้ยากที่จะควบคุมปริมาณฮีสตามีนไม่ให้เพิ่มขึ้นในระหว่างการขนส่ง [9] จุลินทรีย์จะผลิตฮีสตามีนเมื่ออุณหภูมิสูงมากกว่า 21.1 องศาเซลเซียส และจะผลิตได้เร็วมากในช่วงอุณหภูมิใกล้ 32.2 องศาเซลเซียส ฮีสตามีนที่ตรวจพบได้ในปลาเกิดจากจุลินทรีย์ผลิตฮีสติดีน ดีคาร์บอกซิเลส ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวสามารถเปลี่ยนกรดอะมิโนฮีสติดีนที่มีอยู่อิสระในกล้ามเนื้อของปลาให้กลายเป็นสารฮีสตามีน [10, 11] จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการผลิตฮีสตามีนมีหลายชนิดทั้งแบคทีเรียแกรมบวก และแบคทีเรียแกรมลบ ชนิดของจุลินทรีย์ที่พบขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำที่ปลาอาศัยอยู่

มีงานวิจัยหลายฉบับได้ทำการศึกษา และรายงานถึงจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตฮีสตามีนได้ เช่นแบคทีเรียในตระกูล Enterobacteriaceae และ Pseudomonaceae แบคทีเรียในสกุล *Lactobacillus, Enterococcus, Staphylococcus* รวมทั้ง *Morganella morganii*, *Morganella psychrotolerans*, *Photobacterium damselae*, *Photobacterium phosphoreum*, *Raoultella planticola* และ *Hafnia alvei* [11] และรายงานของ Chena และคณะ (2008) [12] ได้ตรวจพบ *Enterobacter* sp., *Pantoea agglomerans, Klebsiella variicola* และ *Serratia marcescens* สามารถผลิตฮีสตามีนได้ 8.1-19.7 ppm ในอาหารเลี้ยงเชื้อทริปติเคสซอยบรอท (trypticase soy broth, TSB) ที่เติมแอล-ฮีสติดีน เข้มข้นร้อยละ 1.0

สามารถตรวจพบแบคทีเรียที่ผลิตฮีสตามีนได้ที่เหงือก ผิวหนัง หรือทางเดินอาหารของปลา โดยแบคทีเรียเหล่านี้จะเคลื่อนที่เข้าไปในเนื้อปลาซึ่งมีกรดอะมิโนอิสระและผลิตฮีสตามีนขึ้น แบคทีเรียสามารถเคลื่อนผ่านทางเดินอาหารในระหว่างการชำแหละและการแล่เนื้อปลา ปริมาณของฮีสตามีนที่ผลิตขึ้นอยู่กับระดับของกรดอะมิโนอิสระ ซึ่งสัมพันธ์กับสายพันธุ์ของปลา และกิจกรรมของเอนไซม์ฮีสติดีน ดีคาร์บอกซิเลส และยังพบว่ามีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ผลิตฮีสตามีน มีการศึกษาพบว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลัก โดยที่ปริมาณฮีสตามีนจะขึ้นอยู่กับทั้งอุณหภูมิและเวลา กล่าวคือถ้าจุลินทรีย์อยู่ในที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่ใช้เก็บปลาเป็นเวลานาน จะส่งผลให้จุลินทรีย์สามารถเจริญได้มากและผลิตฮีสตามีนมากตามไป

chai_ampun@hotmail.com
*อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร
*Lecturer, Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University, Bangkok.

ด้วย ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นและชนิดของเกลือ ภาวะที่มีหรือไม่มีออกซิเจน และความสามารถในการแข่งขันกับจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียอื่นๆ [13]

ความเป็นพิษต่อมนุษย์

ความเป็นพิษของไบโอจินิกเอมีนสัมพันธ์กับการได้รับประทานปลาในตระกูลสคอมบรอยด์ (Family Scombroid) เช่น ปลาทูน่า ปลาโบนิโต และปลาโอ เป็นต้น ปลาเหล่านี้เป็นอาหารทะเลที่ทำให้ผู้บริโภคส่วนใหญ่ได้รับสารฮีสตามีน ความเป็นพิษพบทั้งในผู้ป่วยที่บริโภคปลาสด และปลาที่ประกอบอาหารแล้ว การรับประทานสารประกอบไบโอจินิกเอมีนที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหาร จะเป็นผลให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษจากฮีสตามีน และไทรามีน โรคอาหารเป็นพิษจากฮีสตามีน หรือจากสารพิษสคอมบรอยด์ (Scombroid poisoning) จึงได้มีความสำคัญต่อการเกิดโรคอาหารเป็นพิษทั่วโลกในทุกวันนี้ [3]

โดยทั่วไปจะไม่สามารถสังเกตเห็นได้ว่าในเนื้อปลามีปริมาณฮีสตามีนมากเท่าใด ดังนั้นการควบคุมอุณหภูมิตั้งแต่ขั้นตอนการจับปลาจนถึงการประกอบอาหารในระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมจะเป็นการป้องกันการเพิ่มปริมาณฮีสตามีนได้ดีที่สุด ผู้ที่รับประทาน ฮีสตามีนในปริมาณมากเกินไปจะก่อให้เกิดอาการแพ้ มีผื่นคัน หน้าแดง แสบร้อนบริเวณปาก ปวดศรีษะ บางรายอาจมีอาการคลื่นไส้อาเจียน ท้องเสีย อาการเหล่านี้จะหายได้เอง แต่ผู้ป่วยบางคนอาจมีอาการระบบไหลเวียนล้มเหลว ช็อก และน้ำท่วมปอดฉับพลัน [3] มีรายงานพบว่าการมีพิวตริซีน และคาดาเวอรีนอยู่ในอาหาร จะทำให้เพิ่มความเป็นพิษของฮีสตามีน [14] และพบอีกว่าเอมีนเป็นสารที่เมื่อทำปฏิกิริยากับสารประกอบไนไตรต จะได้สารไนโตรซามีน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง [15] แต่อย่างไรก็ตามคนที่มีสุขภาพดีจะสามารถย่อยสลายฮีสตามีนได้ แต่หากสะสมฮีสตามีนในปริมาณที่มากกว่าที่ร่างกายย่อยสลายได้ก็จะส่งผลให้เกิดอาการโรคอาหารเป็นพิษจากฮีสตามีนขึ้นได้

ระบบการทำลายพิษของฮีสตามีนในร่างกายมนุษย์ประกอบไปด้วยการทำงานของเอนไซม์ไดเอมีน ออกซิเดส (diamine oxidase, DAO) และฮีสตามีนเอ็น-เมธิลทรานสเฟอเรส (histamine N-methyl transferase) โดยที่ DAO จะแสดงบทบาทหลักในการย่อยสลายฮีสตามีนภายในเซลล์ [16] ขณะที่ฮีสตามีน เอ็น-เมธิลทรานสเฟอเรส สามารถย่อยสลายฮีสตามีนได้ภายนอกเซลล์ [17] การรักษาโรคอาหารเป็นพิษจากฮีสตามีนทำได้โดยการใช้แอนติฮีสตามีน (antihistamines) [18]

ปัจจุบันหลายประเทศให้ความสำคัญกับปริมาณฮีสตามีนโดยใช้เป็นข้อกำหนดตัวบ่งชี้ชนิดหนึ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพของปลาและผลิตภัณฑ์จากปลา การกำหนดปริมาณการยอมรับสารฮีสตามีนในปลาและผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันตามชนิดของปลา รวมถึงในแต่ละประเทศมีการกำหนดให้มีปริมาณฮีสตามีนได้ในปริมาณที่แตกต่างกัน แต่มีได้ไม่เกิน 500 ppm

ข้อกำหนดบ่งชี้คุณภาพของปลาและผลิตภัณฑ์จากปลาแต่ละชนิด มีดังนี้ [3]

1. ปลาทูน่า (tuna) สคอมบริดี (scombridae) ปลาทู ปลาหลังเขียว และปลาซาบะ (saba) ประเทศออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ และอิสราเอล กำหนดให้สามารถตรวจพบได้ ไม่เกิน 200 ppm ประเทศแคนาดา ประเทศในเครือสหภาพยุโรป หรือ EU และประเทศอื่นๆ กำหนดให้สามารถตรวจพบได้ไม่เกิน 100 ppm ประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดให้สามารถตรวจพบได้ไม่เกิน 50 ppm

2. ปลาทูน่า ปลาแซลมอน (salmon) ปลาทู และปลาเฮอริง (herring) ประเทศญี่ปุ่น กำหนดให้สามารถตรวจพบได้ไม่เกิน 100 ppm

3. ปลากะตักตากแห้ง (dried anchovy) และปลาทูน่าตากแห้ง (dried tuna, Katsuobushi) ทุกประเทศ กำหนดให้สามารถตรวจพบได้ไม่เกิน 200 ppm

4. น้ำปลา ทุกประเทศกำหนดให้สามารถตรวจพบได้ไม่เกิน 500 ppm ยกเว้นประเทศแคนาดา ที่กำหนดให้สามารถตรวจพบได้ไม่เกิน 200 ppm ปลาทูเค็ม (salted mackerel) ทุกประเทศกำหนดให้สามารถตรวจพบได้ไม่เกิน 200 ppm

5. ปลานึ่ง (steamed scombridae) ทุกประเทศกำหนดให้สามารถตรวจพบได้ไม่เกิน 100 ppm

การระบาดของโรค

โรคอาหารเป็นพิษจากฮีสตามีน มีการแพร่ระบาดในหลายประเทศทั่วโลก เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา ญี่ปุ่น และประเทศอื่นๆ เป็นต้น ระหว่างปี ค.ศ. 1998-2008 พบรายงานการแพร่ระบาดของสารพิษสคอมบรอยด์ (ฮีสตามีน) จากปลา จำนวน 317 ครั้ง ใน

chai_ampun@hotmail.com
*อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร
*Lecturer, Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University, Bangkok.

สหรัฐอเมริกา พบผู้ป่วยทั้งหมด 1,321 ราย รักษาในโรงพยาบาล 59 ราย แต่ไม่มีรายงานผู้เสียชีวิต [19]

มีรายงานผู้ป่วยโรคอาหารเป็นพิษจากการแพ้ปลาในประเทศฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ และไทย ระหว่างเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2007 และกุมภาพันธ์ ค.ศ.2008 โดยสำรวจจากเด็กอายุอยู่ระหว่าง 14-16 ปี จำนวน 19,996 คน จากการสำรวจพบว่าประเทศฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ และไทยมีจำนวนผู้ป่วยจากการแพ้ปลา จำนวน 262 คน (ร้อยละ 2.29) 17 คน (ร้อยละ 0.26) และ 6 คน (ร้อยละ 0.29) ตามลำดับ [20] ในพ.ศ. 2550 ประเทศไทยมีรายงานของผู้ป่วยจากการได้รับสารพิษฮีสตามีน สำนักระบาดวิทยาได้รับแจ้งว่ามีผู้ป่วยจำนวน 92 ราย จากโรงงานผลิตอาหารทะเลแช่แข็งเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล 2 แห่งด้วยอาการเกี่ยวเนื่องกับอาหารเป็นพิษจากการรับประทานปลาทูน่าส้มทอด [21]

การลดปริมาณฮีสตามีนโดยจุลินทรีย์

ฮีสตามีนมีความทนทานต่อความร้อน และไม่สามารถตรวจพบได้ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส ฮีสตามีนถูกทำลายได้ยากด้วยวิธีการต่างๆ ทั้งการแช่แข็ง การให้ความร้อน หรือการรมควัน [22] การควบคุมปริมาณฮีสตามีน จะเน้นในด้านการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดฮีสตามีน เช่น การเติมสารกันเสียบางชนิด เช่น โซเดียมซอร์เบท โซเดียม เฮกซะเมทาฟอสเฟต กรดซิตริก กรดซัคซินิค กรดมาลิก และซอร์บิทอล เป็นต้น [4] แต่อย่างไรก็ตามวิธีที่มีรายงานว่าจะสามารถทำลายฮีสตามีนได้ได้แก่ การฉายรังสี [23] และการใช้จุลินทรีย์มาย่อยสลายฮีสตามีน โดยจุลินทรีย์ที่มีรายงานว่ามีความสามารถในการลดปริมาณฮีสตามีน ได้แก่ รา *Pencillium citrinum, Alternaria* sp., *Phoma* sp., *Ulocladium chartarum* และ *Epicoccum nigrum* และแบคทีเรีย *Lactobacillus sakei, L. curvatus, Staphylococcu sxylosus, Arthrobacter crystallopoietes* KAIT-B-007, *Virgibacillus* sp. SK33, *Natrinema gari, Bacillus amyloliquefaciens* และ *Staphylococcus carnosus* เป็นต้น

ราที่มีความสามารถในการลดปริมาณฮีสตามีน ได้แก่ *Pencillium citrinum, Alternaria* sp., *Phoma* sp., *Ulocladium chartarum* และ *Epicoccum nigrum* มีความสามารถในการย่อยสลายฮีสตามีนได้สูงสุด และยังพบอีกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ *Pencillium citrinum* ที่แยกเอาเซลล์ออกไปแล้ว สามารถย่อยสลายฮีสตามีน ไทรามีน และพิวตริซีนได้ [24]

Lactobacillus spp. ถูกนำมาใช้ในการลดปริมาณสารประกอบไบโอจินิกเอมีน จากรายงานของ Dapkevicius และคณะ (2000) [25] ได้ศึกษาความสามารถของแบคทีเรียแลคติกที่สามารถย่อยสลายสารประกอบไบโอจินิกเอมีน ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแมคคาเรลหมัก (mackerel fish paste) พบว่าสามารถแยกจุลินทรีย์ได้ 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Lactobacillus sakei* 15.05, *L. sakei* 15.18, *L. sakei* 15.36, *L. sakei* 15.39 และ *L. curvatus* 15.35 ซึ่งสามารถย่อยสลายฮีสตามีนได้ร้อยละ 20-54 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ deMan Rogosa and Sharpe (MRS) broth ที่ประกอบไปด้วยฮีสตามีน 50 ppm และพบว่า *L. sakei* 15.18 และ *L. sakei* 15.36 ย่อยสลายฮีสตามีนได้ร้อยละ 50-54 ใน fish slurry ที่มีฮีสตามีน 10 ppm สำหรับ *L. sakei* 15.18 และ*L. sakei* 15.36 เป็นจุลินทรีย์ซึ่งเป็นกล้าเชื้อที่ใช้ในการหมักปลาและมีผลทำให้เกิดการย่อยสลายฮีสตามีน เนื่องจากจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถผลิตเอนไซม์ไดเอมีนออกซิเดสที่สามารถย่อยสลายฮีสตามีนได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมของไดเอมีนออกซิเดส เท่ากับ 37 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบอีกว่าในการควบคุมอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความเข้มข้นของไดเอมีนออกซิเดสจะมีส่วนช่วยในการย่อยสลายสารประกอบฮีสตามีนในอาหารได้

Mah และ Hwang (2009) [26] พบว่า *Staphylococcus xylosus* No.0538 ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลากะตักหมักที่ชื่อว่า Myeolchi-jeot มีความสามารถในการย่อยสลายฮีสตามีนในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ได้ถึง ร้อยละ 38 และย่อยสลายไทโรซีนได้ร้อยละ 4.4 พบว่า *Staphylococcus xylosus* เป็นจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นกล้าเชื้อเริ่มต้นในการหมักปลากะตักที่มีการเติมเกลือ และสามารถลดปริมาณสารประกอบไบโอจินิกเอมีนได้ร้อยละ 16 เมื่อเทียบกับตัวควบคุม และยังพบอีกว่าจุลินทรีย์สายพันธุ์ดังกล่าวสามารถผลิต สารที่คล้ายแบคเทอริโอซินที่มีความสามารถในการทำลาย *Bacillus licheniformis* ที่เป็นแบคทีเรียที่ผลิตฮีสตามีนได้

chai_ampun@hotmail.com
*อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร
*Lecturer, Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University, Bangkok.

ฮีสตามีนออกซิเดสที่ทนความร้อน (thermostable histamine oxidase) ซึ่งแยกได้จากแบคทีเรีย *Arthrobacter crystallopoietes* KAIT-B-007 ที่คัดแยกมาจากดิน มีความสามารถในการย่อยสลายฮีสตามีนได้โดยต้องมีสารประกอบคอปเปอร์เป็นตัวกระตุ้นให้จุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ฮีสตามีนออกซิเดส โดยที่เอนไซม์ดังกล่าวทำงานได้โดยทนอุณหภูมิได้สูงถึง 65-70 องศาเซลเซียส และค่าความเป็นกรด-ด่าง 6-9 โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการทำงานเท่ากับ 9 [27]

Yongsawatdigul และคณะ (2007) [28] รายงานว่าได้ทำการศึกษาการเร่งปฏิกิริยาการหมักน้ำปลาจากปลากะตัก พบว่า *Virgibacillus* sp. SK33 เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถลดปริมาณฮีสตามีนได้ถึงร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับตัวควบคุม และเมื่อหมักน้ำปลาเป็นเวลา 4 เดือน และ 12 เดือน จะตรวจพบชนิดของสารระเหยในน้ำปลาที่มีความคล้ายกัน

Tapingkae และคณะ (2010) [29] ได้ศึกษาความสามารถของ extremely halophilic archaea ในการลดปริมาณฮีสตามีน ภายใต้ภาวะที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง และทดสอบหากิจกรรมของเอนไซม์ที่มีอยู่ ในการทดลองได้คัดแยก extremely halophilic archaea 156 สายพันธุ์ จากผลิตภัณฑ์ปลาหมัก และพบว่าจุลินทรีย์สายพันธุ์ HDS3-1 ที่คัดแยกได้จากน้ำปลาจากปลากะตักที่ผ่านการหมักมาเป็นเวลา 3 เดือน จะมีความสามารถในการย่อยสลายฮีสตามีนได้ในปริมาณสูงสุด เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ halophilic medium ที่เติมฮีสตามีนความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ ตามมาด้วยจุลินทรีย์สายพันธุ์ HDS1-1 HPC1-2 และ HIS40-3 ตามลำดับ จุลินทรีย์สายพันธุ์ HDS3-1 ถูกจำแนกได้ว่าเป็นเชื้อ *Natrinema gari* ที่มีความสามารถในการย่อยสลายฮีสตามีนในภาวะที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง โดยย่อยสลายฮีสตามีนได้ดีสุด เมื่ออยู่ในภาวะค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.5-8 ในที่มีโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3.5-5 โมลาร์ และอุณหภูมิ 40-55 องศาเซลเซียส

Zaman และคณะ (2010) [30] ได้คัดแยกจุลินทรีย์จากน้ำปลา 5 ตัวอย่าง พบว่ามี 8 สายพันธุ์ที่สามารถย่อยสลายสารประกอบเอมีนได้ โดยพบ *Bacillus amyloliquefaciens* FS-05 และ *Staphylococcus carnosus* FS-19 สามารถย่อยสลายฮีสตามีนได้ถึงร้อยละ 59.9 และ 29.1 ตามลำดับ โดยเชื้อทั้งสองทนเกลือได้ถึงร้อยละ 15 ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

Lee และคณะ (2013) [31] ได้ศึกษาการเร่งการหมักน้ำปลาจากปลากะตัก โดยการเติมโคจิเชื้อ *Aspergillus oryzae* และฮีสติดีน จากการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำปลาที่ได้จากการหมักเป็นเวลา 12 และ 15 เดือน มีปริมาณฮีสตามีนอยู่ระหว่าง 3.7-3.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบปริมาณฮีสตามีนเพิ่มขึ้นในเวลา 6 เดือนของการบ่ม และหลังจากนั้นจะลดลง โดยที่พบปริมาณฮีสตามีนที่ 25 องศาเซลเซียส และสูงกว่า 15 องศาเซียส เมื่อบ่มเป็นเวลา 6 เดือน และ 12 เดือน พบว่าเมื่อบ่มเป็นเวลา 3 และ 12 เดือน ที่ 15 องศาเซลเซียส โคจิจะลดปริมาณฮีสตามีนลงได้ แบคทีเรียที่ย่อยสลายฮีสตามีนได้ที่แยกจากจากน้ำปลาจากปลากะตัก คือ *Staphylococcus xylosus* โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเป็นกลาง แต่จะถูกยับยั้งการเจริญในภาวะที่มีการเพิ่มปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ กรดเบนโซอิก และกรดซอร์บิก

จากรายงานข้างต้นจะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่มีความสามารถในการย่อยสลายฮีสตามีนจะอยู่ในกลุ่มของแบคทีเรีย โดยเฉพาะแบคทีเรียที่มีหน้าที่หลักในการหมักผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น กลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก แบคทีเรียที่เจริญได้ในอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง และแบคทีเรียที่เจริญได้ในที่มีความเข้มข้นของเกลือไม่สูง ส่วนราก็เป็นจุลินทรีย์อีกกลุ่มหนึ่งที่มีบทบาทในการลดปริมาณฮีสตามีน แต่ยังมีรายงานไม่มากเมื่อเทียบกับแบคทีเรีย จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายฮีสตามีนได้ เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตเอนไซม์ไดเอมีนออกซิเดสได้ ดังนั้นหากควบคุมให้ในผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ไดเอมีนออกซิเดสได้มากกว่าจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ฮีสติดีนดีคาร์บอกซิเลส ก็จะสามารถควบคุมให้ปริมาณฮีสตามีนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

บทสรุป

ฮีสตามีนมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารประเภทปลาและผลิตภัณฑ์ มีผลต่อความปลอดภัยของผู้บริโภคทั้งในประเทศและทั่วโลก เนื่องจากหากรับประทานเข้าไปในปริมาณที่ร่างกายไม่สามารถทำลายได้ก็จะส่งผลกระทบทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ การควบคุมการปนเปื้อนฮีสตามีนที่มาจากจุลินทรีย์สามารถควบคุมได้

chai_ampun@hotmail.com
*อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร
*Lecturer, Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University, Bangkok.

ตั้งแต่การจับสัตว์น้ำ กระบวนการผลิต การแปรรูป และกระบวนการเก็บรักษา แต่การควบคุมดังกล่าวก็เป็นไปได้ลำบาก ดังนั้นวิธีการในการควบคุมปริมาณฮีสตามีนอาจต้องอาศัยหลายๆ วิธีร่วมกัน เช่น การแช่แข็ง การให้ความร้อน การรมควัน และการใช้สารเคมี เพื่อใช้ในการควบคุมให้จุลินทรีย์ปนเปื้อนน้อยที่สุด และควบคุมให้จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนหยุดการเจริญ มีงานวิจัยหลายฉบับที่แสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักผลิตภัณฑ์ปลามีทั้งที่ผลิตฮีสตามีนได้ และมีบางชนิดที่สามารถย่อยสลายฮีสตามีนได้ ดังนั้นในกระบวนการหมัก หากสามารถใช้จุลินทรีย์ที่มีหน้าที่หลักในการหมัก พร้อมทั้งมีคุณสมบัติในการลดปริมาณฮีสตามีนในอาหารได้ ก็จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีทั้งในด้านรสชาติ และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอาหารต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Laurujisawat, P. (2010). อุตสาหกรรมอาหารกับการแข่งขันในเวทีโลก. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2556 จาก http://www.foodindustryThailand.com.

[2] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงการเกษตรและสหกรณ์. (2555). สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทย. หน้า 168.

[3] วงศ์ทิพา โรจนประภพ. (2551). ฮีสตามีน (histamine) สารที่ทำให้เกิดอาการแพ้เมื่อรับประทานอาหารทะเล. บทความวิทยุกระจายเสียงรายการวันนี้กับวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 3 กระจายเสียงจากสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย. สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

[4] Shalaby, A.R. (1996). Significance of biogenic amines to food safety and human health. Food Research International. 29(7): 675–690.

[5] Santos, M.H.S. (1996). Biogenic amines: their importance in foods. International Journal of Food Microbiology. 29(2-3): 213-231.

[6] Önal, A. (2007). A review: Current analytical methods for the determination of biogenic amines in foods. Food Chemistry. 103(4): 1475-1486.

[7] Rezaei, M., Jafari, H., Sahari, M. A., Hosseini, H., Montazeri, N., Parviz M. and Nazarinia, A. (2007). Relation of biogenic amines and bacterial changes in ice-stored southern caspian kutum (*Rutilus frisiikutum*). Journal of Food Biochemistry. 31(4): 541–550.

[8] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2010). Scombrotoxin. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2556 จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2039/scombrotoxin.

[9] Rossano, R., Mastrangelo, L., Ungaro, N., and Riccio, P. (2006). Influence of storage temperature and freezing time on histamine level in the European anchovy *Engraulis encrasicholus* (L., 1758): a study by capillary electrophoresis. Journal of Chromatography. B, Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences. 830: 161–164.

[10] Food and Drug Administration. (2011). Fish and fishery products hazards and controls Guidance (4th ed.). Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition. Washington, DC.

[11] European Food Safety Authority. (2011). Scientific opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. Panel on biological hazards. European Food Safety Authority Journal. 9(10): 2393-2487.

[12] Chena, H.C., Kung, H.F., Chenc, W.C., Lind, W.F., Hwang, D.F., Lee, Y.C. and Tsai, Y.H. (2008). Determination of histamine and histamine-forming bacteria in tuna dumpling implicated in a food-borne poisoning. Food Chemistry. 106: 612-618.

[13] Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. (2012). The meeting report

chai_ampun@hotmail.com

*อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร

*Lecturer, Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University, Bangkok.

of Joint FAO/WHO expert meeting on the public health risks of histamine and other biogenic amines from fish and fishery products. Rome. FAO Headquarters.

[14] Taylor, S.L. and Speckhard, M.W. (1983). Isolation of histamine-producing bacteria from frozen tuna. Marine Fisheries Review. 45: 35–39.

[15] Shalaby, A.R. (1996). Significance of biogenic amines to food safety and human health. Food Research International. 29(7): 675–690.

[16] Hungerford, J.M. (2010). Scombroid poisoning: A review. Toxicon. 56(2): 231-243.

[17] Maintz, L. and Novak, N. (2007). Histamine and histamine intolerance. The American Journal of Clinical Nutrition. 85(5): 1185-1196.

[18] Attaran, R.R. and Probst, F. (2002). Histamine fish poisoning: a common but frequently misdiagnosed condition. Emergency Medicine Journal. 19(5): 474-475.

[19] Centers for Disease Control and Prevention. (2013). Surveillance for foodborne disease outbreaks-United States, 1998-2008. In U.S. Department of Health and Human Services (ed.). Morbidity and Mortality Weekly Report. 62(2): 34.

[20] Connett, G.J., Gerez, I., Cabrera-Morales, E.A., Yuenyongviwat, A., Ngamphaiboon, J., Chatchatee, P., Sangsupawanich, P., Soh, S.E., Yap, G.C., Shek, L.P.C. and Lee, B.W. (2012). A population-based study of fish allergy in the Philippines, Singapore and Thailand. International Archives of Allergy and Immunology. 159: 384–390.

[21] นลินี หงษ์ชุมพล, ธราวิทย์ อุปพงษ์, จิระวรรณ พึ่งสกุล, อมรรัตน์ หาญตี๊ะ, วิชาญ ปาวัน, มุทิตะ ชลามาตย์, ชุติกาญจน์ งามนัก, ปวีณา วงค์สวรรค์, อมรา ทองหงษ์, สาเริง ภู่ระหงษ์, โสภณ เอี่ยมศิริถาวร. (2550). การสอบสวนโรคอาหารเป็นพิษจากสาร Scombrotoxin ในกลุ่มพนักงานโรงงานผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง จังหวัดสมุทรปราการ กรกฎาคม พ.ศ.2550. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2556 จาก http://www.osirjournal.net/upload/files/8_Scombroid_thai.pdf.

[22] Etkind, P., Wilson, M.E., Gallagher, K. and Cournoyer, J. (1987). Bluefish-associated scombroid poisoning. The Journal of the American Medical Association. 258(23): 3409-3410.

[23] Kim, J.H., Ahn, H.J., Jo, C., Park, H.J., Chung, Y.J. and Byun, M.W. (2004). Radiolysis of biogenic amines in model system by gamma irradiation. Food Control. 15(5): 405–408.

[24] Cueva, C., García-Ruiz, A., González-Rompinelli, E., Bartolome, B., Martín-Álvarez, P.J., Salazar, O., Vicente, M.F., Bills, G.F. and Moreno-Arribas, M.V. (2012). Degradation of biogenic amines by vineyard ecosystem fungi. Potential use in winemaking. Journal of Applied Microbiology. 112(4): 672-82.

[25] Enes Dapkevivius, M.L.N., Nout, M.J.R., Rombouts, F.M., Houben, J.H. and Wymenga, W. (2000). Biogenic amine formation and degradation by potential fish starter microorganisms. International Journal of Food Microbiology. 57(1-2): 107-114.

[26] Mah, J.H. and Hwang, H.J. (2009). Inhibition of biogenic amine formation in a salted and fermented anchovy by *Staphylococcus xylosus* as a protective culture. Food Control. 20(9):796–801.

[27] Sekiguchi, Y., Makita, H., Yamamura, A. and Matsumoto, K. (2004). A thermostable

chai_ampun@hotmail.com

*อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร

*Lecturer, Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University, Bangkok.

histamine oxidase from *Arthrobacter crystallopoietes* KAIT-B-007. Journal of Bioscience and Bioengineering. 97(2): 104–10.

[28] Yongsawatdigul, J., Rodtong, S. and Raksakulthai, N. (2007). Acceleration of Thai fish sauce fermentation using proteinases and bacterial starter cultures. Journal of Food Science. 72(9): M382–90.

[29] Tapingkaea, W., Tanasupawatb, S., Parkinc, K.L., Benjakula, S. and Visessanguand, W. (2010). Degradation of histamine by extremely halophilic archaea isolated from high salt-fermented fishery products. Enzyme and Microbial Technology. 46: 92–99.

[30] Zaman, M.Z., Bakar, E.A., Selamat, J. and Bakar, J. (2010). Occurrence of biogenic amines and amines degrading bacteria in fish sauce. Czech Journal of Food Sciences. 28(5): 440-449.

[31] LEE, J.M., LEE, D.C., and KIM, S.M. (2013). The effects of koji and histidine on the formation of histamine in anchovy sauce and the growth inhibition of histamine degrading bacteria with preservatives. Columbia International Publishing American Journal of Advanced Food Science and Technology. 1: 25-36.

chai_ampun@hotmail.com

*อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร

*Lecturer, Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University, Bangkok.