การตรวจเอกสาร

ลักษณะทั่วไปและการจัดอันดับทางอนุกรมวิธาน

กุ้งกุลาดำ มีชื่อเรียกภาษาอังกฤษทั่วไปว่า Giant tiger prawn หรือ Black tiger shrimp มีชื่อวิทยาศาสตร์ Penaeus monodon Fabricius จัดเป็นกุ้งที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในตระกูล พีนี ไอดี้ (penaeidae) ซึ่งอาจมีความยาวลำตัว (Body length) ถึง 270 มิลลิเมตร มีน้ำหนักถึง 260 กรัม เป็นกุ้งที่นิยมบริโภคโดยทั่วไปเป็นอย่างมาก (สุเมธ ชัยวัชรากูล และคณะ, 2530)

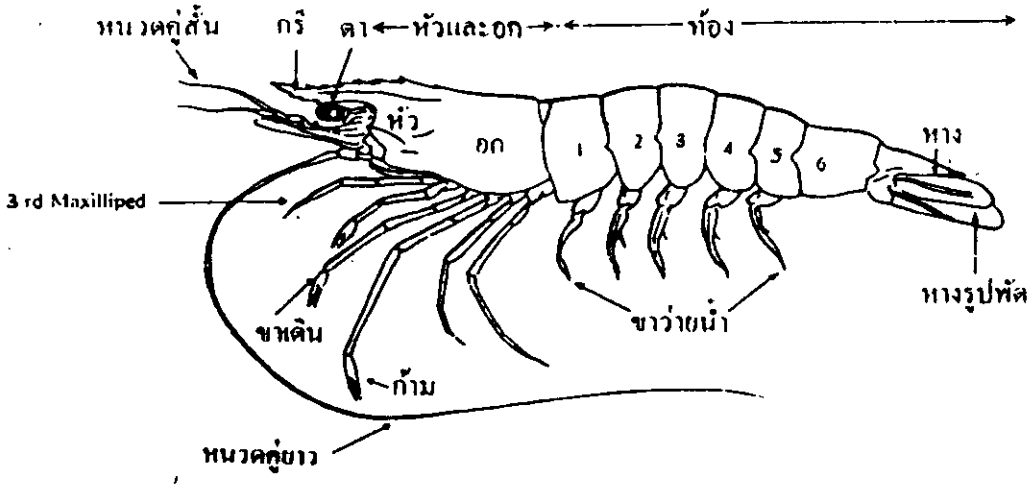
กุ้งกุลาดำเป็นกุ้งขนาดใหญ่ที่มีสีสรรสดใสผิวเป็นมันมองเห็นได้ชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากมีการสะสมเม็ดสี (chromatophore) ที่เปลือกคลุม (cuticle) โดยมักจะมีสีแดงถึงแดงคล้ำ ถ้าจับจากทะเลใหม่ๆจะเห็นเป็นสีแดงสดและมีวงแหวนสีขาวสลับสีดำของแต่ละปล้อง ตลอดลำตัว และมักจะมีจุดสีเข้มประอยู่กระจายทั่วไป หนวดจะมีสีเทาปนเขียว หรือน้ำตาล ส่วนระยางค์มักจะมีสีน้ำตาล และมีขนอ่อน (fringing setae) สีแดงอยู่โดยรอบ อย่างไรก็ตามสีของกุ้งสามารถจะเปลี่ยนแปลงไปได้ตามสภาพแวดล้อมและการปรับตัว นอกจากนี้ สีของกุ้งก็จะเปลี่ยนแปลงตามระยะการลอกคราบด้วยเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและสรีระ จึงทำให้ขบวนการสร้างและสะสมเม็ดสีเปลี่ยนแปลงไป จะเห็นว่ากุ้งที่ลอกคราบใหม่ ๆ สีจะซีดไม่สดใสหรือกุ้งที่กำลังจะลอกคราบสีก็จะจางลงกว่าปกติ (สุเมธ ชัยวัชรากูล และคณะ, 2530)

กุ้งมีลำตัวเป็นข้อปล้องทั้งหมด 19 ปล้อง แต่ละปล้องมีระยางค์หนึ่งคู่ ระยางค์แต่ละคู่มีหน้าที่แตกต่างกัน ลำตัวของกุ้งแบ่งออกได้สามส่วนใหญ่ คือ หัว อก และลำตัว (รูปที่ 1) ส่วนหัวมีห้าปล้องแต่รวมเป็นปล้องเดียว มีเปลือกคลุม เปลือกหุ้มตัวตอนหน้าสุดของปล้องที่หนึ่ง จะยื่นเป็นพันแหลมไปข้างหน้า เรียกว่า กรี ใต้กรีมีตาหนึ่งคู่ ปากกุ้งอยู่ระหว่างขากรรไกร ส่วนหัวมีระยางค์ห้าคู่ สองคู่แรกเป็นหนวดใช้ในการสัมผัส ระยางค์คู่ที่สาม ได้แก่ ขากรรไกรล่างมีหน้าที่ในการขบเคี้ยวอาหาร ส่วนคู่ที่สี่และคู่ที่ห้าเป็นขากรรไกรบน มีหน้าที่เช่นเดียวกับขากรรไกรล่าง

ส่วนอกมีแปดปล้อง ได้แก่ ปล้องที่ 6-13 ระยางค์สามคู่แรก (ระยางค์คู่ที่ 6, 7 และ 8) อยู่บนอก เรียกว่า maxillipeds มีหน้าที่ช่วยในการกินอาหาร ระยางค์คู่ที่ 9, 10 และ 11 มีลักษณะเป็นก้าม ก้ามแต่ละคู่จะมีขนาดและความยาวใกล้เคียงกัน อันเป็นลักษณะเฉพาะของกุ้งทะเลในวงศ์ Penaeidae ระยางค์สามคู่นี้ มีหน้าที่ช่วยในการ

จับฉวยอาหารเข้าปากหรือป้องกันตัวเมื่อมีภัย ส่วนระยางค์คู่ที่ 12 และคู่ที่ 13 เป็นขาใช้สำหรับเดิน เคลื่อนไหว และทำความสะอาดลำตัว

ลำตัวมีหกปล้อง เปลือกปล้องท้อง อันที่สองไม่ทับปล้องแรก ระยางค์คู่ที่ 14, 15, 16, 17 และ 18 มีลักษณะคล้ายใบพาย ใช้สำหรับว่ายน้ำ ส่วนระยางค์คู่ที่ 19 หรือหางประกอบด้วย แพนหาง และหางรูปพัด ยกขึ้นลงได้ตามประสงค์



รูปที่ 1 ลักษณะและส่วนต่างๆของกุ้ง
ที่มา : บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2530

ตารางที่ 3 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของกุ้ง

โปรตีน	8.0 - 23.0 %	
คาร์โบไฮเดรต	0.9 - 3.0 %	
ไขมัน	0.1 - 3.2 %	
ความชื้น	67.0 - 85.0 %	
เถ้า	1.0 - 7.0 %	
พลังงาน	70.0 - 100	คาลอรี /100 กรัม
แคลเซียม	124 - 160	มิลลิกรัม/100 กรัม
โปแตสเซียม	208 - 288	มิลลิกรัม/100 กรัม
โซเดียม	110 - 154	มิลลิกรัม/100 กรัม
ฟอสฟอรัส	218 - 260	มิลลิกรัม/100 กรัม
แมกนีเซียม	43 - 65	มิลลิกรัม/100 กรัม
วิตามินบี หนึ่ง	0.01 - 0.04	มิลลิกรัม/100 กรัม
วิตามินบี สอง	0.03 - 0.13	มิลลิกรัม/100 กรัม

ที่มา : อำนวย โชติญาน , 2524

ชนิดของกุ้ง

กุ้งที่มีความสำคัญในทางการค้าที่พบได้ในประเทศ มีด้วยกันประมาณ 12 ชนิด ดังรายละเอียด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 กุ้งที่มีความสำคัญในเชิงการค้าของประเทศไทย*

ลำดับที่	ชื่อการค้า	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ชื่อไทย
1	Pink	Metapenaeus monoceros	Pink shrimp	กุ้งตะกาด(โอคั
2	Pink	M. intermedius	Pink shrimp	
3	Pink	M. mutatas	Pink shrimp	
4	White	Penaeus meriensis	White shrimp	กุ้งแชบ๊วย
5	White	P. indicus	Indian shrimp	
6	Flower	P. semisulcatus	Green Tiger	กุ้งกุลาลาย
7	Bamboo	M. breviccornis	Yellow shrimp	กุ้งลี
8	-	P. plebejus	King shrimp	
9	Black Tiger	P. monodon	Jumbo, Brown	กุ้งกุลาดำ
10	Stone	P. latisulcatus	King shrimp	กุ้งหางลีฟ้า
11	Stone	P. longistylus	King shrimp	
12	-	Macrobrachium rosenbergi	Fresh water Giant shrimp	กุ้งก้ามกราม

* ไม่รวมกั้งและเคย

ที่มา : เอกสารวิชาการธนาคารกสิกรไทย, 2521

กรรมวิธีการแช่เยือกแข็ง

การแช่เยือกแข็งเป็นวิธีการถนอมอาหารที่ดี สามารถรักษากลิ่น รส สี และคุณค่าทางอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ โดยกระบวนการแช่เยือกแข็ง สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ลดอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ และปฏิกิริยาเคมีที่ไม่ต้องการได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการลดอุณหภูมิให้ต่ำลง ทำให้น้ำในอาหารเป็นผลึกน้ำแข็ง จุลินทรีย์จึงถูกยับยั้งการเจริญได้ คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งนอกจากจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบ ยังขึ้นอยู่กับอัตราการแช่เยือกแข็ง เวลา และอุณหภูมิการเก็บรักษา การบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์

อัตราการแช่เยือกแข็ง จะมีผลต่อผลิตภัณฑ์ การแช่เยือกแข็งแบบช้าจะทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่แทรกอยู่ตามช่องระหว่าง เซลล์ ในขณะที่การแช่เยือกแข็งอาหารอย่างรวดเร็วจะเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไปทั้งภายใน และภายนอกเซลล์ การเกิดผลิตน้ำแข็งขนาดใหญ่ดังกล่าว จะทำให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างของเซลล์ เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาละลาย (Thawing) ลักษณะของเนื้อสัมผัสจะไม่ดี น้ำในผลิตภัณฑ์จะเยิ้มไหลออกมามาก เนื่องจากผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ทำลายผนังเซลล์ (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2529) จะทำให้สูญเสียคุณค่าทางอาหารไปมากด้วย

กรรมวิธีการแช่เยือกแข็งที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมแช่เยือกแข็ง ปัจจุบันแบ่งออกได้ 2 แบบ

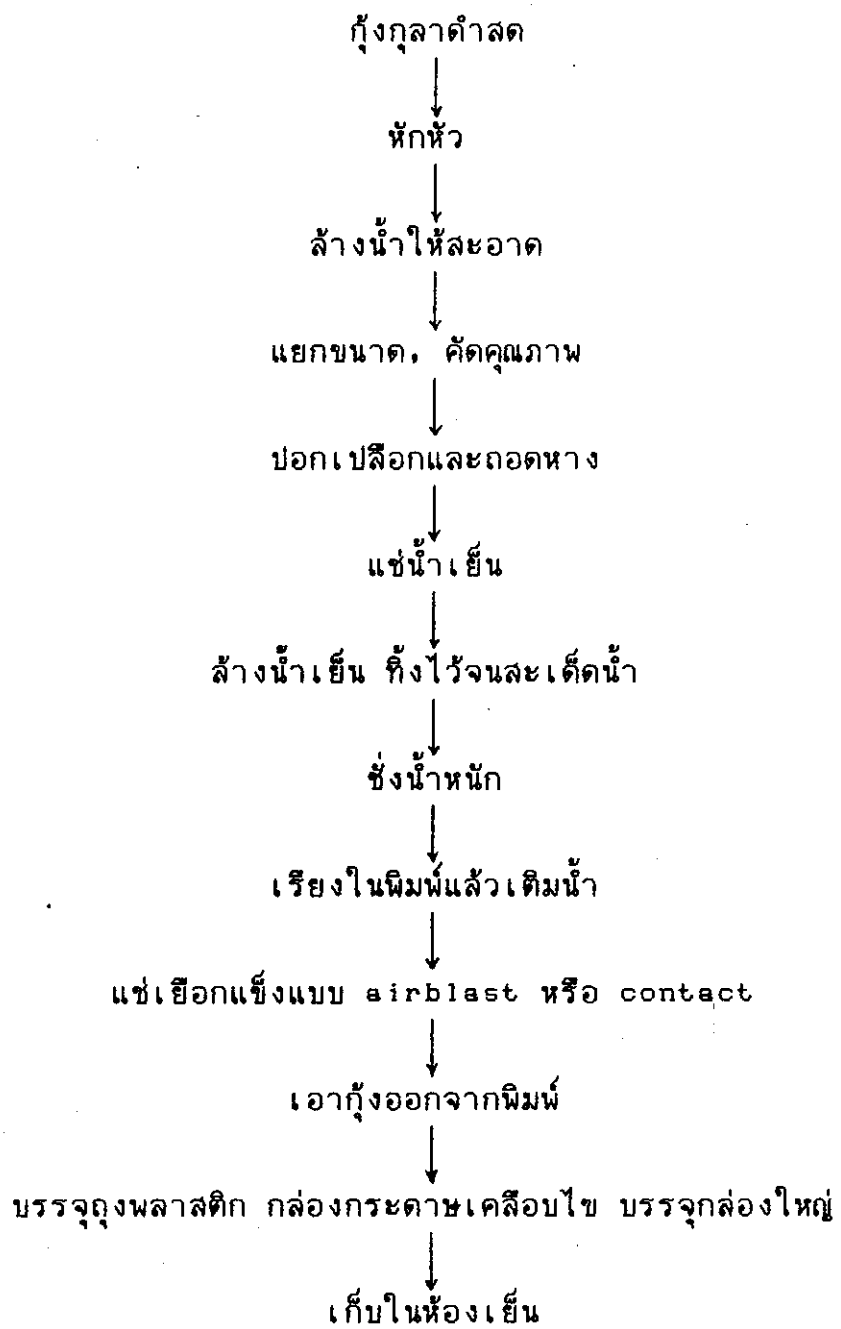
1. การแช่เยือกแข็งในกระแสลมนิ่ง (still air freezing หรือ air blast freezing) เป็นกรรมวิธีการแช่เยือกแข็งแบบช้าที่ใช้กันมานานแล้ว เป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด ทำโดยการวางอาหารไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ -12 °ซ ถึง -34 °ซ โดยที่อากาศในห้องเก็บ จะนิ่งหรือมีการเคลื่อนไหวเพียงเล็กน้อยด้วยการใช้พัดลม จนกว่าอาหารจะเกิดการเยือกแข็ง ซึ่งต้องใช้เวลาตั้งแต่ 3 ชั่วโมงถึง 3 วัน ขึ้นกับอุณหภูมิของห้องเย็น ชนิดและขนาดของอาหารและภาชนะบรรจุ (ประสิทธิ์ อติวิระกุล, 2527)

2. การแช่เยือกแข็งแบบเพลทสัมผัส (plate freezing) วิธีนี้เป็นการให้อาหารสัมผัสกับผิวหน้าของแผ่นโลหะที่ถูกทำให้เย็นด้วยน้ำเกลือเย็น หรือไอเย็นจากสารให้ความเย็น เช่น แอมโมเนีย R-12 หรือ R-22 เครื่องแช่เยือกแข็งแบบเพลทสัมผัส ประกอบด้วยแผ่นโลหะหลาย ๆ แผ่น จัดเรียงเป็นชั้น ๆ ระหว่างชั้นของแผ่นโลหะจะเป็นที่สำหรับวางอาหาร ช่องว่างระหว่างชั้นสามารถปรับให้มากหรือน้อยได้โดยการปรับแผ่นโลหะเมื่อจะทำการแช่เยือกแข็ง แผ่นโลหะนี้จะปรับให้ผิวหน้าสัมผัสกับอาหารทั้งสองด้าน การทำเช่นนี้จะทำให้มีการถ่ายเทความร้อนได้เร็ว และทำให้อาหารโดยเฉพาะที่บรรจุหีบห่อแล้วไม่เกิดลักษณะโป่งหรือบวม ในระหว่างการแช่เยือกแข็ง

กุ้งแช่เยือกแข็งแบ่งตามลักษณะการผลิตได้ดังนี้ (มยุรี จัยวัฒน์, 2532)

1. Whole shrimp เป็นกุ้งทั้งตัว ผลิตจากกุ้งที่มีความสดมาก คุณภาพดี ไม่มีจุดสีดำที่หัว หรือ เปลือกกุ้ง
2. Headless shrimp เป็นกุ้งหักหัวออกแล้ว
3. Peel tail-on (PTO) หรือ Cutlet เป็นกุ้งแกะเปลือกแต่ไว้หาง
4. Peel tail-on deveined คือ กุ้ง PTO ที่มีการผ่าหลังเอาไส้ออก
5. Peel undevein shrimp (PUD) เป็นกุ้งแกะเปลือก ไม่มีหาง
6. Peel devein shrimp (PD) เป็นกุ้งแกะเปลือก ไม่เหลือหาง ผ่าเอาไส้ออก
7. Butterfly shrimp เป็นกุ้งหักหัว แกะเปลือกและมีการผ่าหลังลึกลงไปจนเกือบถึงด้านท้องจนสามารถแผ่กางออกได้
8. PC เป็นกุ้งหักหัว แกะเปลือก และลวกสุก
9. Cook peel shrimp (CP) มีการลวกก่อนแกะเปลือก หรือมีการลวกอีกครั้งหลังแกะเปลือก

กรรมวิธีการผลิตกุ้ง Peel undevein แช่เยือกแข็ง (พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล, 2531)

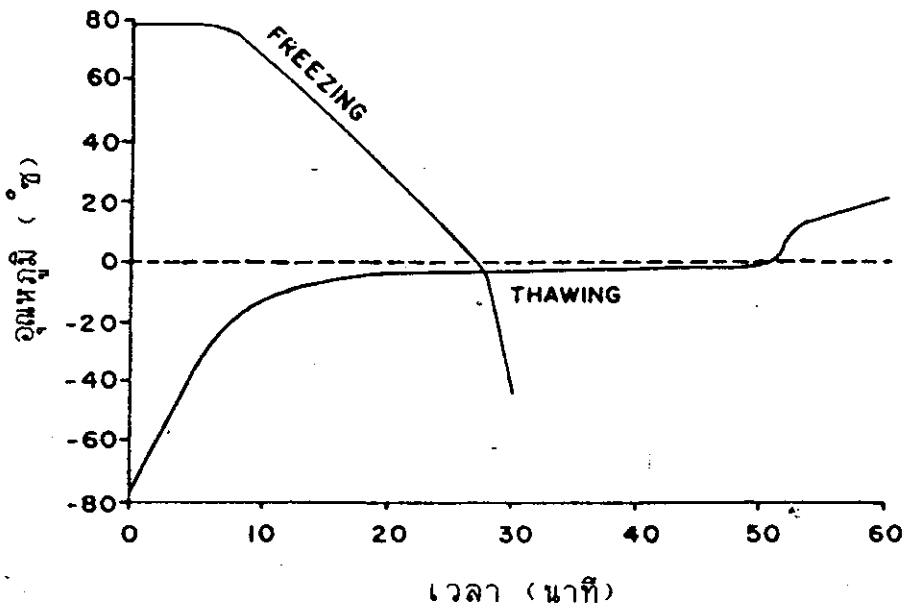


การละลายน้ำแข็งในอาหารแช่เยือกแข็ง

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก (2524) กล่าวว่าการละลายเป็นกระบวนการที่ค่อนข้างซับซ้อนในกรรมวิธีแช่เยือกแข็งแล้ว ยิ่งพบว่า

1. การละลายของอาหารที่ไม่ใช่ของเหลว จะเกิดช้ากว่าการแช่เยือกแข็ง
2. ความต่างของอุณหภูมิ ระหว่างการละลายจะมีค่าน้อยกว่าความต่างของอุณหภูมิ ในระหว่างการแช่เยือกแข็ง โดยเฉพาะในผลไม้
3. รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในระหว่างการละลายไม่เป็นที่พึงต้องการมากกว่ารูปแบบที่เกิดขึ้นระหว่างการแช่เยือกแข็ง

ความยากอย่างหนึ่งในการละลายน้ำแข็งคือ ค่าการนำความร้อนของเนื้อเยื่อที่ไม่แข็งตัว จะมีค่าการนำความร้อนเพียงครึ่งเดียวของเนื้อเยื่อที่แข็งตัว ดังนั้น กรรมวิธีการละลายจึงช้ากว่าการแช่เยือกแข็ง (ดังรูปที่ 2)



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางตัวอย่างทรงกระบอกของการแช่เยือกแข็งเปรียบเทียบกับการละลาย

ที่มา : Fennema และ Powrie, 1964

ในการทดลองต่างๆ ที่เกี่ยวกับคุณภาพของอาหารแช่เยือกแข็ง วิธีในการละลายน้ำแข็งจะได้รับความสนใจน้อยมาก ถึงแม้ว่า Fennema (1968) ได้กล่าวไว้ว่า กรรมวิธีในการละลายมีความสำคัญรองลงมาจากสภาวะการเก็บสำหรับอาหารแช่เยือกแข็ง

แม้ว่า กรรมวิธีการละลายที่แตกต่างกัน จะมีผล ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่มากนักก็ตาม แต่สำหรับคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์แล้วก็จัดว่า มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอาหารประเภทเนื้อ เช่น เนื้อวัวหรือเนื้อไก่ คุณภาพลักษณะเนื้อสัมผัสมีความสำคัญมาก ปรากฏว่า การใช้กรรมวิธีการละลายอาหาร ประเภทเนื้อแช่เยือกแข็งเหล่านี้อย่างช้า ๆ ภายใต้อุณหภูมิที่ไม่ต่ำจนเกินไปนัก กลับเป็นที่ยอมรับมากกว่า การยอมรับอันนี้อาจเนื่องมาจากกรรมวิธีการละลายน้ำแข็งช้าๆ สำหรับอาหารประเภทเนื้อแช่เยือกแข็งนั้น เวลาที่นานขึ้นทำให้โอกาสของน้ำ หลังจากการละลายแล้วแพร่กระจายไปทั่วสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Tempering อีกลักษณะหนึ่ง คือน้ำมีเวลาแพร่กระจายกลับไปยังตำแหน่งเดิมในเนื้อเยื่ออาหาร การต้ม หรือ ทอดปลาแล่เนื้อแช่เยือกแข็งทันที โดยไม่ผ่านการละลายก่อนซึ่งสะดวก ในแง่การปฏิบัตินั้นไม่ถูกต้อง เพราะทำให้คุณภาพเนื้อปลาที่สุกต่ำลง กรรมวิธีการละลายจึงมีความสำคัญต่อชนิดของผลิตภัณฑ์อาหารอย่างมาก เช่นในประเทศนิวซีแลนด์ อุตสาหกรรมเกี่ยวกับเนื้อแกะแช่เยือกแข็ง จะระบุที่ป้ายฉลากติดผลิตภัณฑ์เนื้อแกะแช่เยือกแข็งให้ละลายน้ำแข็งให้หมดก่อนปรุงเป็นอาหารแก่ลูกค้า (Mogens, 1985)

ผลการทดลองของ Ke และคณะ (1981) ที่ทำการละลายปลาหมึกแอตแลนติกด้วยกรรมวิธีต่างๆ (ตารางที่ 5) สนับสนุนสมมุติฐานอันนี้

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบคุณภาพปลาหมึกแอตแลนติกแช่เยือกแข็งจากกรรมวิธีการละลายต่างๆ

กรรมวิธีการละลาย	เวลาทำการละลาย (ชั่วโมง)	ระดับคะแนน (%)
อากาศอุณหภูมิ 5-10 °ซ	20-30	90
อากาศอุณหภูมิ 15-20 °ซ	8-15	70
น้ำสะอาดอุณหภูมิ 10-15 °ซ	6-10	61
น้ำแข็งอุณหภูมิ 6-12 °ซ	8-14	85

ที่มา : Ke และคณะ, 1981

นอกจากนี้จากการศึกษาของ Rosenberg และ Bögl (1987) ยังได้รายงานถึงประโยชน์ของการใช้พลังงานไมโครเวฟ ในแง่ช่วยให้การแพร่กระจายของน้ำในอาหารประเภทเนื้อเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ (Tempering) โดยใช้เวลาที่สั้นลงอีกด้วย

สำหรับการละลาย อาหารประเภทผลไม้แช่เยือกแข็ง กรรมวิธีการละลายที่ใช้ระยะเวลาสั้น ละลายน้ำแข็ง และรับประทานทันที จะให้ผลการยอมรับมากที่สุดดังผลการทดลองที่ปรากฏในตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบคุณภาพของ raspberries แช่เยือกแข็งหนัก 360 กรัมต่อก้อนบรรจุ จากกรรมวิธีการละลายแบบต่างๆ

กรรมวิธีการละลาย	เวลาที่ใช้ละลาย (ชั่วโมง)	คะแนนของผู้ทดสอบ *			
		สี	รูปร่าง	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
อุณหภูมิตู้เย็น 4 °ซ.	22	6.9	5.8	7.6	6.5
อุณหภูมิห้อง 20 °ซ.	17	6.5	5.1	6.9	5.5
น้ำก๊อกอุณหภูมิ 12 °ซ.	1	6.6	5.8	5.5	5.7
เตาอบแบบพาความร้อน	1	6.6	5.8	5.5	5.7
หม้อความดัน	3 นาที	7.3	6.9	7.1	5.6
เตาอบไมโครเวฟขนาด (1300 วัตต์)	2 นาที	6.3	4.5	7.0	5.5
เตาอบไมโครเวฟขนาด (1000 วัตต์)	2 นาที	7.3	6.1	7.6	7.0

* ระดับคะแนน : 9 = สูงสุด 5 = ต่ำสุด

ที่มา : Stoll และคณะ, 1977

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบคุณภาพของ raspberries แช่เยือกแข็งหนัก 300 กรัมต่อก้อนบรรจุ จากกรรมวิธีการแช่เยือกแข็งและการละลายแบบต่างๆ

กรรมวิธีการแช่เยือกแข็ง	อุณหภูมิ (°ซ)	กรรมวิธีการละลายและผลทางประสาทสัมผัส							
		สี		รูปร่าง		รสชาติ		เนื้อสัมผัส	
		R	M-W	R	M-W	R	M-W	R	M-W*
กระแสลมนิ่ง 20 ชั่วโมง	-20	4.7	7.3	4.5	7.3	5.3	7.5	4.0	6.5
เพลทสัมผัส 2 ชั่วโมง	-38	5.0	7.3	4.8	7.3	6.3	7.7	5.0	6.5
ไนโตรเจนเหลว 30 นาที	-70	5.3	7.3	5.3	7.3	6.5	7.0	5.3	6.3

* R = ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 °ซ, 17 ชั่วโมง
M-W = ไมโครเวฟ,1000 วัตต์ นาน 3 นาที
ที่มา : Stoll และคณะ ,1977

กรรมวิธีการละลายน้ำแข็ง

การละลายน้ำแข็งออกจากผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง มีความสำคัญต่อคุณภาพสัตว์น้ำมาก ทั้งทางด้านเคมี ทางกายภาพ และทางด้านจุลินทรีย์ การใช้อุณหภูมิต่ำ แม้ว่าจะใช้เวลาในการละลายน้ำแข็งออกนานขึ้น แต่ก็จะช่วยให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีกว่าการใช้อุณหภูมิสูง (มยุรี จัยวัฒน์, 2532) กรรมวิธีที่ใช้ในการละลายมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี

1. ละลายในสภาพบรรยากาศ (Thawing in air)หรือละลายที่อุณหภูมิห้อง (Thawing in Room Temperature) สัตว์น้ำแช่เยือกแข็งเป็นตัวหรือเป็นก้อน(Block) สามารถนำมาละลายโดยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทิ้งไว้ข้ามคืน แต่อุณหภูมิห้องไม่ควรเกิน 18 °ซ จะใช้เวลาถึง 20 ชั่วโมง และการใช้ระยะเวลานานจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างมาก ประกอบกับวิธีนี้ซึ่งทำละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิห้อง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีโอกาสปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ได้ง่าย (Contaminate)

2. ละลายโดยใช้ลมเป่า (Air blast thawing) วิธีนี้ประยุกต์มาจากวิธีแรก มีประสิทธิภาพดีกว่าเวลาที่ใช้ขึ้นกับอุณหภูมิของอากาศ ความเร็วลม รูปร่างและขนาดของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิของอากาศไม่สูงกว่า 20 °ซ ความเร็วลมพัดผ่านผลิตภัณฑ์ไม่ต่ำกว่า 6

เมตรต่อวินาที ลมที่เป่าต้องอิ่มตัวด้วยไอน้ำ จึงจะไม่ทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์แห้ง ซึ่งจะมีผลทำให้ได้ลักษณะที่ไม่ดี และน้ำหนักลดลง

3. ละลายโดยใช้น้ำ (Thawing in water) วิธีนี้ค่าใช้จ่ายจะค่อนข้างต่ำ การใช้น้ำอาจใช้ได้หลายวิธี เช่น ใช้วิธีพ่นน้ำ หรือจุ่มในน้ำ หรือให้น้ำไหลผ่าน เป็นต้น โดยอาจจะบรรจุผลิตภัณฑ์ไว้ในถุงพลาสติกก่อน ซึ่งจะรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าการสัมผัสน้ำโดยตรง

4. ละลายโดยใช้ตู้เย็น(Thawing in Refrigerantor)วิธีนี้จะนำผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งมาใส่ไว้ในตู้เย็น ซึ่งจะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 0-40 °ซ ระยะเวลาที่ใช้ในการทำละลายขึ้นอยู่กับขนาดของผลิตภัณฑ์ และอุณหภูมิของตู้เย็น Sanda (1980) กล่าวว่าในปัจจุบันมีการออกแบบตู้เย็นที่ใช้ในการละลายโดยเฉพาะ โดยจะมีพัดลมอยู่ด้านบนของตู้

5. ละลายโดยใช้ไมโครเวฟ (Microwave Thawing) ไมโครเวฟเป็นรูปหนึ่งของคลื่นวิทยุความถี่สูง จัดเป็นส่วนหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีลักษณะเหมือนแสงที่เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง และเจาะทะลุผ่านอาหารได้ เนื่องจากอาหารประกอบด้วยอนุภาคประจุไฟฟ้าบวกและอนุภาคประจุไฟฟ้าลบจำนวนเท่า ๆ กัน อาหารไม่มีคุณสมบัติการนำเรียกว่าเป็น ไดอิเล็คตริก เมื่อนำอาหารไปวางในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากแท่งแม่เหล็ก ในเตาอบไมโครเวฟจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (Electricity) ให้เป็นพลังงานไมโครเวฟ โมเลกุลของอาหารจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่าง ๆ โดยพยายามจัดเรียงตัวใหม่ตามแนวสนามแม่เหล็กไฟฟ้า การเสียดสีภายในโมเลกุลนี้เองทำให้เกิดความร้อนขึ้นภายในอาหาร เตาอบไมโครเวฟมักใช้ช่วงความถี่ที่ 2450 เมกกะไซเคิล หมายความว่าคลื่นไมโครเวฟที่แพร่กระจายเข้าไปในอาหาร จะทำให้โมเลกุลของอาหารภายในเกิดการสั่นสะเทือนของโมเลกุลด้วยความเร็วสูงในอัตรา 2450 ล้านครั้งต่อวินาที (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2529)

พลังงานไมโครเวฟสามารถเขียนในรูปสมการดังนี้ (Goldblith , 1966)

$$E = hf$$

เมื่อ E คือ พลังงาน

h คือ ค่าคงตัวของแพลงค์ (6.25×10^{27} เอิร์กต่อวินาที)

f คือ ความถี่คลื่น

การนำเตาอบไมโครเวฟมาใช้ เพื่อละลายน้ำแข็งในอาหารสามารถทำได้รวดเร็ว ใช้เนื้อที่น้อย ลดการเจริญของจุลินทรีย์ มีการสูญเสียน้ำหนักน้อย ลดการทำงาน (work-load) และรักษาสภาพความเป็นกรดของน้ำผลไม้ และความสดของเนื้อ (Anonymous, 1977) ซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง รักษารสชาติของอาหารได้ดี ความปลอดภัยจากจุลินทรีย์เข้าทำลายก็มีมากกว่ากรรมวิธีการละลายน้ำแข็งอย่างอื่น ๆ ที่ใช้กันอยู่

ในระหว่างการละลายอาหารมีแนวโน้มที่จะเกิดการเสื่อมเสีย อันเนื่องมาจากปฏิกิริยาทางเคมี ทางกายภาพและทางจุลินทรีย์ ดังนั้นการเลือกใช้วิธีการทำละลายน้ำแข็งจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง Sanda (1980) กล่าวว่าการใช้วิธีการละลายที่ไม่ปลอดภัยจะทำให้เกิดการเจ็บป่วยขึ้น เนื่องจากกินอาหารนั้นเข้าไป ปัจจุบันวิธีที่นิยมอย่างแพร่หลายในการละลาย คือ การละลายในตู้เย็น และการละลายที่อุณภูมิห้อง ซึ่งการละลายในตู้เย็นจะใช้เวลานานมากกว่าหนึ่งวัน แต่การละลายที่อุณหภูมิห้องจะเร็วกว่า แต่อาจจะเกิดการปนเปื้อนได้มากกว่า ยังมีอีกวิธีหนึ่งซึ่งกำลังแพร่หลายอย่างมากคือการใช้เตาอบไมโครเวฟจะเพิ่มความสะดวกได้อย่างมาก

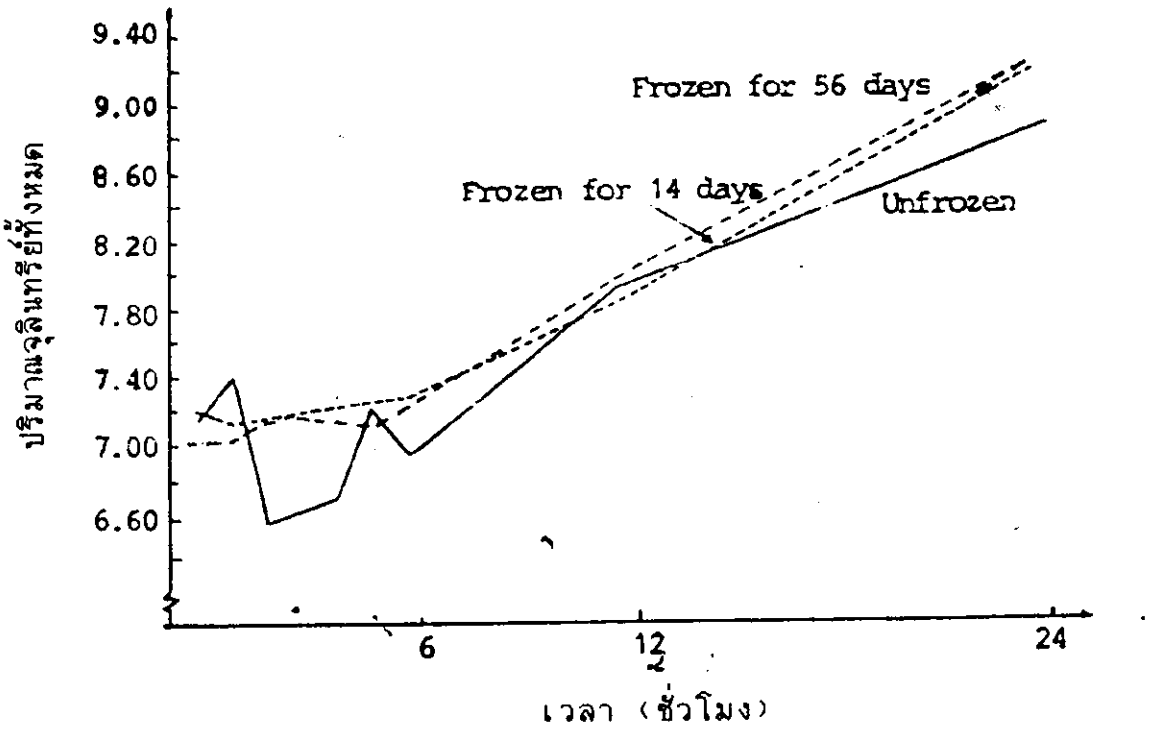
เตาอบไมโครเวฟที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ทำงานที่คลื่นความถี่ 2,450 เมกกะไซเคิล ในยุโรปใช้ความถี่ 896 เมกกะไซเคิลในขณะที่สหรัฐอเมริกาใช้ที่คลื่นความถี่ 915 เมกกะไซเคิล สำหรับการทำงานของไมโครเวฟ ในส่วนของการละลายน้ำแข็งคลื่นความถี่ต่ำ ๆ จะเหมาะสมมากกว่า เหตุผล คือที่คลื่นความถี่ต่ำพลังงานไมโครเวฟจะสามารถเจาะทะลุลงไปใน อาหารแช่เยือกแข็งได้ ถึงความลึกที่ 20 เซนติเมตร ในขณะที่คลื่นความถี่ 2450 เมกกะไซเคิล สามารถเจาะทะลุลงไปได้เพียง 10 เซนติเมตรเท่านั้น (Minett, 1976)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และการตรวจสอบ

1. ทางด้านจุลินทรีย์ จากวิธีการละลายน้ำแข็งออกจากอาหารหลาย ๆ วิธีดังกล่าวข้างต้น ถ้าหากเราทำการละลายไม่ถูกต้อง อาจเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากสภาพแวดล้อมได้ ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์นั้นไม่เป็นที่ยอมรับ เพราะอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ยิ่งในการใช้วิธีการละลายที่ใช้เวลานาน และวิธีที่มีการปนเปื้อนได้ง่ายจำเป็นที่ต้องระมัดระวังอย่างยิ่ง

Simonsen (1961) ได้ทำการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการละลายน้ำแข็งกับปริมาณของจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นในเนื้อหมูบด พบว่าปริมาณของจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น ตามระยะเวลาในการละลายน้ำแข็งในเนื้อหมูบดแช่เยือกแข็งที่นานขึ้น และแนวโน้มอันนี้เกิดขึ้น

เหมือนกันกับตัวอย่างหมูบดที่ไม่ได้เยือกแช่แข็ง, แช่เยือกแข็งแล้วเก็บไว้นาน 14 วัน ก่อนละลายและแช่เยือกแข็งแล้วเก็บไว้นาน 56 วัน ก่อนละลาย



รูปที่ 3 กราฟแสดงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อหมูบด และการละลาย
ที่มา : Simonsen, 1961

2. ทางด้านเคมีและกายภาพ การเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำแช่เยือกแข็ง ซึ่งอาจเกิดขึ้นในขั้นตอนใดตอนหนึ่ง นับตั้งแต่การเป็นวัตถุดิบ การแช่เยือกแข็ง การเก็บรักษาในสภาพแช่เยือกแข็ง การเก็บรักษาในสภาพแช่เยือกแข็งและการละลายน้ำแข็งออกล้วนแล้วแต่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง ซึ่งคุณภาพจะลดลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวิธีที่ปฏิบัติต่อสัตว์น้ำนั้น ในสัตว์น้ำโดยทั่วไป โปรตีนจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสัตว์น้ำและจะมีอยู่ในปริมาณมาก เช่น ในกุ้งจะมีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 8-23 ซึ่งใน

สภาพการละลายน้ำแข็งออกที่ต่างกัน จะมีผลต่อคุณภาพของโปรตีน และปริมาณของโปรตีนที่มีอยู่ในเนื้อด้วย การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนที่เกิดจากกรรมวิธีการละลาย เราสามารถตรวจสอบได้ (มยุรี จัยวัฒน์, 2532)

การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโปรตีน ทำได้โดยการตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ของโปรตีน เช่น คุณสมบัติการละลายของโปรตีน (Protein soluble หรือ extractability) ซึ่งโปรตีนจะละลายได้น้อยลงหลังจากผ่านการแช่เยือกแข็งและการละลาย จะมีผลทำให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้น สำหรับคุณสมบัติของเนื้อเยื่อ (tissue properties) เกี่ยวกับการอุ้มน้ำของโปรตีน (Water Holding capacity) กับน้ำที่ไหลออกมาภายนอกหลังการละลาย (thaw-drip) ซึ่งปริมาณของ thaw-drip จะเป็นตัวบ่งบอกถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ Cher Siang Ng และคณะ (1982) กล่าวว่า ปริมาณ thaw-drip เกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง เช่น ชนิดของสัตว์น้ำ, ความสด, สรีระของสัตว์, การแช่แข็ง, สภาวะการเก็บ และสภาพที่ใช้ในการละลายและปริมาณของ thaw-drip จะส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ การสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการและรสชาติ และยังทำให้เกิดลักษณะที่ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคอีกด้วย

การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณรวมของด่างที่ระเหยได้ (Total volatile base, TVB) และไตรเมทิลอะมีน (Trimethylamine, TMA) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของสัตว์น้ำซึ่งทั้ง TVB และ TMA เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาการย่อยตัวเอง (Autolysis) และเกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์ ปริมาณของ TVB ที่กำหนดเป็นมาตรฐานโดยทั่วไปจะยอมรับให้มีค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล, 2531)

การตรวจหาปริมาณของของเหลวที่ออกมาจากกล้ามเนื้อ เมื่อมีการบีบหรือเพิ่มความดัน (expressible drip) ก็เป็นวิธีที่ใช้ในการตรวจสอบการถูกทำลายของกล้ามเนื้อของสัตว์น้ำ โดยการสังเกตุจากปริมาณของน้ำที่ออกมาจากกล้ามเนื้อ ถ้ามีปริมาณสูงแสดงว่ากล้ามเนื้อถูกทำลายมาก

3. ทางประสาทสัมผัส การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์และทางฟิสิกส์-เคมี ที่เกิดขึ้น เช่นการสูญเสียสภาพการอุ้มน้ำของโปรตีน จะทำให้ ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อสัตว์เกิดความเหนียวมากขึ้นเป็นต้น ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งคือ ผู้ทดสอบชิม คุณสมบัติ

ที่สำคัญของผู้ทดสอบชิม จะต้องมีความไวประจำตัวในการประเมินผล ควรได้รับการฝึกทดสอบมาก่อน ซึ่งจะทำให้สามารถแยกความแตกต่างของคุณลักษณะที่จะทดสอบได้ สำหรับผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เยือกแข็ง ผู้ทดสอบชิมจะต้องทดสอบความแตกต่างของ สี รส ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณลักษณะรวม ซึ่งจำนวนของผู้ทดสอบชิมในห้องปฏิบัติการจะต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่า 6 คน สำหรับการทดลองในครั้งนี้ใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 15 คน