

Environmental/User Friendly Fish Handling Technology

# เทคโนโลยีการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ

อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม/ผู้บริโภค

TD/TRB/82

พ.ศ. 2555



ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้  
สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม ตู้ ป.ณ. 97 พระสมุทรเจดีย์

สมุทรปราการ 10290

## Environmental/User Friendly Fish Handling Technology

### เทคโนโลยีการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม/ผู้บริโภค

เอกสารเผยแพร่ เทคโนโลยีการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม/ผู้บริโภค จัดทำขึ้นโดย สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม ศูนย์พัฒนาประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ด้วยการสนับสนุนงบประมาณจากรัฐบาลญี่ปุ่น (Japanese Trust Fund) เอกสารนี้จะมีการเผยแพร่ไปยังชาวประมง ผู้ประกอบกิจการประมง ผู้มีส่วนร่วมโครงการฯ เจ้าหน้าที่และผู้สนใจการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ

#### การอ้างอิงบรรณานุกรม

SEAFDEC 2012 เทคโนโลยีการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม/ผู้บริโภค สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ

#### Notice of Copyright

คำสงวนสิทธิ์: การทำสำเนา และการเผยแพร่สิ่งพิมพ์เพื่อการศึกษาหรือเพื่อวัตถุประสงค์ที่ไม่ใช่เชิงพาณิชย์ อื่นๆ จะได้รับอนุญาตโดยไม่ต้องขออนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรใด ๆ จากผู้ถือลิขสิทธิ์ การทำสำเนาเอกสารนี้ทั้งหมดหรือบางส่วนโดยวิธีการใด ๆ หรือกระบวนการสำหรับการขาย หรือเพื่อวัตถุประสงค์ในเชิงพาณิชย์ โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ถือลิขสิทธิ์ เป็นสิ่งต้องห้าม ผู้ที่มีความประสงค์ใช้สิ่งพิมพ์ที่ปรากฏนี้ควรแจ้งวัตถุประสงค์ และขอบเขตของการทำสำเนาที่ต้องการเป็นลายลักษณ์อักษรมายัง:

ศูนย์พัฒนาประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

สำนักงานฝึกอบรมฝึกอบรม

ตู้ ป.ณ. 97 พระสมุทรเจดีย์

สมุทรปราการ 10290

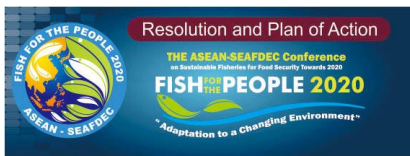
หรือทาง e-mail: [td@seafdec.org](mailto:td@seafdec.org)



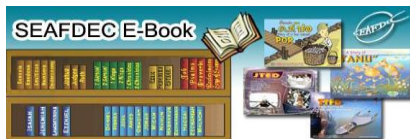
สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม เป็น 1 ใน 5 ของศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จัดตั้งขึ้นตามมติของการประชุม สภาผู้บริหารศูนย์พัฒนาการประมง แห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในปี 2511 และตั้งขึ้นอย่างเป็นทางการ โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีทางการประมง ให้ทันสมัยสำหรับการใช้

ประโยชน์ จากทรัพยากรสัตว์น้ำได้ดีขึ้น และลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานทางการประมง ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สำนักงานฝ่ายฝึกอบรมตั้งอยู่ที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ภายใต้การเห็นพ้องของรัฐบาลไทยในการจัดตั้งศูนย์ฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วยตึกที่ทำการ และห้องพักสำหรับเจ้าหน้าที่ และผู้เข้ารับการฝึกอบรม ตลอดจนอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม มีผู้อำนวยการซึ่งจะจัดโดยรัฐบาลไทย และรองผู้อำนวยการจัดโดยรัฐบาลญี่ปุ่น ในปัจจุบันมี คุณมาลินี สมิทธิฤทธิ เป็นผู้อำนวยการสำนักงานฯ และ Dr. Tomoko Nakazato เป็นรองผู้อำนวยการสำนักงานฯ

### วิสัยทัศน์ของสำนักงาน



"มุ่งสู่ความเป็นองค์กรที่มีเสถียรภาพในการเป็นผู้นำในด้านการทำประมงทะเลในเขตร้อนเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน และมีเครือข่ายความร่วมมือทั่วโลก"



### พันธกิจของสำนักงาน

1. มุ่งวิจัย พัฒนา เผยแพร่ และส่งเสริมการทำประมงทะเลในเขตร้อนอย่างรับผิดชอบ
2. สร้างเครือข่ายความร่วมมือกับองค์กรที่เกี่ยวข้องในภูมิภาคและทั่วโลก
3. บริหารงานจากแหล่งทุนต่างๆ และสร้างงานจากบริการในราคาทุน เพื่อความมีเสถียรภาพขององค์กร
4. พัฒนาศักยภาพขององค์กร
5. สร้างภาพลักษณ์ขององค์กรให้เป็นที่รู้จักและยอมรับทั่วโลก

### สมาชิกภาพของศูนย์พัฒนาการประมงฯ

เปิดสำหรับทุกประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปัจจุบัน ศูนย์พัฒนาการประมงฯ มีสมาชิก 11 ประเทศคือ กัมพูชา ฟิลิปปินส์ ไทย บรูไน พม่า ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย ลาว เวียดนาม สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย

### สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ตู้ ป.ณ.97 พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ 10290

โทรศัพท์: 0-2425-6100 โทรสาร : 0-2425-6110-11

## บทนำ

การพัฒนาเทคนิค และเทคโนโลยีการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ สำหรับเรือประมงชายฝั่งขนาดเล็ก เป็นผลพวงมาจากการลดปริมาณสัตว์น้ำชายฝั่ง ทำให้การทำประมงมีระยะทำการไกล ส่งผลให้ค่าเสียหายสูงขึ้น จึงต้องใช้สัตว์น้ำที่จับได้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ได้ราคา เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค รวมถึงการลดความเสื่อมเสียหาย ระหว่างการจัดเก็บ และการขนส่ง จึงต้องเก็บรักษาความสดของสัตว์น้ำเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาทำการจนถึงฝั่ง ปัจจัยสำคัญคือ ความต้องการอาหารทะเลที่มีคุณค่าทางโภชนาการ มีรสชาติปลอดภัย ผู้บริโภคเชื่อว่าอาหารปลอดภัยมีประโยชน์ต่อสุขภาพ อาหารทะเลก็เช่นเดียวกัน เพื่อตอบสนองความต้องการ ส่งเสริมความมั่นคง ปลอดภัย ของผู้บริโภคอาหารทะเล รวมถึงการรักษาสิ่งแวดล้อม และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรสัตว์น้ำอย่างคุ้มค่า

สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จึงได้จัดการฝึกอบรมนอกสถานที่ สำหรับชาวประมง ผู้มีส่วนได้เสียกับกิจกรรมประมง นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป รวมถึงจัดทำคู่มือ “เทคโนโลยีการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม/ผู้บริโภค” ประกอบด้วยเนื้อหา และวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ทักษะ การเก็บรักษาสัตว์น้ำ จากแหล่งทำการประมงมาถึงผู้บริโภค โดยใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า รวมถึงการใช้หลักสุขอนามัยการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำบนเรือ เริ่มจากผู้ปฏิบัติงานบนเรือ การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสัตว์น้ำ วิธีการเก็บรักษา การดูแลเอาใจใส่จนสัตว์น้ำถึงผู้บริโภคเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเก็บรักษาสัตว์น้ำบนเรือ เนื่องจากสัตว์น้ำเสื่อมคุณภาพ และเสียหายได้ง่าย ดังนั้น เพื่อสนองความพึงพอใจของผู้บริโภคสิ่งสำคัญ คือ เทคนิคการให้ความเย็นอย่างเพียงพอแก่สัตว์น้ำ เช่น การใช้ น้ำแข็ง การดองสัตว์น้ำในน้ำทะเลที่เย็นจัด การใช้เครื่องทำความเย็นจากระบบขับเคลื่อน (เครื่องจักรใหญ่) และการใช้น้ำแข็งเหลว เพื่อเป็นทางเลือกอีกช่องทางหนึ่งสำหรับรักษาความสดของสัตว์น้ำบนเรือ ในการลดความเสียหาย ปลอดภัย ช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มมูลค่า และได้ผลตอบแทนสูง

## เรื่องย่อ

หนังสือเล่มนี้กล่าวถึง เทคนิคการเก็บรักษาความสดของสัตว์น้ำอย่างเป็นทางการเป็นมิตรต่อผู้บริโภค การใช้เครื่องมือสำหรับเก็บรักษาสัตว์น้ำ เทคนิคการดองสัตว์น้ำในน้ำที่เย็นจัดสำหรับเรือประมงชายฝั่ง รวมถึงลักษณะ และวิธีการลดความเสื่อมเสียของสัตว์น้ำจากการจัดเก็บด้วยการใช้เทคนิคที่เหมาะสม อาทิเช่น เทคนิคการใช้น้ำแข็ง การดองในน้ำเย็น การใช้น้ำแข็งสำหรับการเก็บรักษาสัตว์น้ำ ห้องเย็น ระบบทำความเย็น การควบคุมดูแลสิ่งแวดล้อมสำหรับการปฏิบัติงาน และเก็บรักษาสัตว์น้ำบนเรือ

การเก็บรักษาอย่างสุขอนามัยเป็นปัจจัยสำคัญในการชะลอความเสื่อมของสัตว์น้ำ หากการจัดเก็บปราศจากสุขอนามัย ก็จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของสัตว์น้ำที่ทำการเก็บรักษา ซึ่งสัตว์น้ำดังกล่าวเป็นวัตถุดิบที่สำคัญของการผลิต การเก็บรักษาสัตว์น้ำให้อยู่ในห้องเย็นอย่างเดียวยังไม่เพียงพอ ยังต้องคำนึงถึงสถานที่จัดเก็บ ความร้อนจากแหล่งต่างๆ เช่น แสงอาทิตย์ ความสะอาดของอุปกรณ์จัดเก็บ สถานที่ปัจจัยเหล่านี้เป็นมูลเหตุให้สัตว์น้ำเสื่อมคุณภาพ และเสียหายได้ง่าย เมื่อจับสัตว์น้ำขึ้นมาบนเรือ ควรดำเนินการจัดเก็บอย่างนุ่มนวล รวดเร็วทุกขั้นตอน ด้วยการให้ได้รับความเย็นอย่างทั่วถึง และใช้เทคนิคการเก็บรักษาที่เหมาะสม

เทคนิคการเก็บรักษาสัตว์น้ำบนเรือ โดยใช้สื่อความเย็นแบบต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพเริ่มตั้งแต่การเตรียมสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ การล้าง การคัดเลือกแยกประเภท การคัดแยกสัตว์น้ำที่เสียหายออก การใช้น้ำทำความสะอาด และลดความร้อนที่สะสมบนอุปกรณ์ในการจัดเก็บ อุณหภูมิภายในห้องเย็น และการบรรจุสัตว์น้ำเข้าไปในห้องเย็น เทคนิคการดองด้วยน้ำแข็งผสมกับน้ำทะเล การดองในน้ำทะเลที่เย็นด้วยเครื่องทำความเย็น การเก็บรักษาแบบสดด้วยการทำให้สัตว์น้ำมีอุณหภูมิใจกลางลดลงถึง 0 องศาเซลเซียส ระบบไบรน์ และระบบแช่แข็ง ด้วยการเก็บรักษาที่สะอาดถูกสุขอนามัย รวมถึงการส่งเสริมแนวทางในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการเก็บรักษาสัตว์น้ำบนเรือ ในรูปของการเก็บสะสมพลังงานระหว่างเดินทาง การทำประมง โดยใช้พลังงานจากระบบขับเคลื่อน ด้วยการผลิต และสะสมสื่อความเย็นลักษณะต่างๆ อาทิเช่น น้ำเย็น น้ำแข็ง หรือน้ำแข็งเหลว ไว้ใช้สำหรับรักษาความสดของสัตว์น้ำ การใช้ระบบสะสมพลังงานทำให้การเก็บรักษาสัตว์น้ำมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลดขนาด และต้นทุนของระบบทำความเย็นบนเรือ หรือลดต้นทุนค่าใช้จ่ายสำหรับการทำความเย็น เช่น ค่าน้ำแข็งลดลง ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสำหรับการเดินทาง ลดค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร และแรงงานที่ใช้บนเรือ

# สารบัญ

	หน้า
น้ำแข็ง	7
คุณภาพของสัตว์น้ำ	10
การเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ	13
วิธีการเก็บรักษาสัตว์น้ำบนเรือประมง (แบบสด)	14
ปัจจัยสำคัญของการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ	16
การเก็บรักษาสัตว์น้ำด้วยการดองในน้ำเย็น (CSW)	19
วิธีเก็บรักษาสัตว์น้ำด้วยการดอง (ซิลล์)	20
ระบบทำน้ำเย็นด้วยเครื่องทำความเย็น (RSW)	22
ระบบแช่แข็งบนเรือ	26
การคำนวณหาขนาดของคอมเพรสเซอร์	27
วิวัฒนาการการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำในอนาคต	31
สุขลักษณะสำหรับการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำบนเรือประมง	35
ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสัตว์น้ำ	37
การเก็บรักษาหมึก	41
ผลการศึกษาวิจัย	43
ประเภทของการทำประมงและการเก็บรักษาสัตว์น้ำที่เหมาะสม	44
วิธีปฏิบัติสำหรับการเก็บรักษาสัตว์น้ำขนาดใหญ่ (ทูน่า)	45
ฉลากสิ่งแวดล้อมเพื่อผลิตภัณฑ์สินค้าสัตว์น้ำ	47
หนังสืออ้างอิง	48

## น้ำแข็ง

วัตถุประสงค์ของการใช้น้ำแข็งสำหรับการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ คือการลดอุณหภูมิและให้ความเย็นแก่สัตว์น้ำที่ทำการเก็บรักษา ทั้งนี้เพื่อลดและหยุดยั้งการทำงานของจุลินทรีย์, ปฏิกริยาทางเคมี เช่น การย่อยสลายของเอนไซม์ ซึ่งเป็นเหตุของการเน่าเสีย ดังนั้นการให้ความเย็นแก่สัตว์น้ำจึงเป็นการรักษาคุณภาพ ความสด รสชาติ คุณค่าทางโภชนาการและยืดอายุการเก็บรักษาสัตว์น้ำให้ยืนยาวได้อีกด้วย

ปัจจัยที่ส่งเสริมการใช้น้ำแข็ง น้ำแข็งเย็นมีศักยภาพในการให้ความเย็นสูง และมีการควบคุมอุณหภูมิด้วยตัวเองเนื่องจากน้ำแข็งมีการละลายที่อุณหภูมิที่แน่นอน คือ 0 องศาเซลเซียส น้ำแข็งจึงนิยมใช้สำหรับให้ความเย็นแก่สัตว์น้ำเพื่อรักษาคุณภาพให้แก่สัตว์น้ำ เนื่องจากการละลายของน้ำแข็งดังกล่าว น้ำแข็งยังให้ความชุ่มชื้นแก่สัตว์น้ำ ชะล้างแบคทีเรียเลือด และน้ำเมือกจากผิวหนังปลาเป็นมันละลาย ที่สำคัญน้ำแข็งเป็นสื่อความเย็นที่สะอาดไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ และผู้บริโภค ราคาถูก มีความสะดวกในการใช้งานทั้งในการจัดเก็บระหว่างทำการประมงและระหว่างการขนส่งไปสู่ผู้บริโภค

### คุณภาพของน้ำแข็ง

- การมีหรือใช้น้ำสะอาด
- โรงงานผลิตน้ำแข็งที่ใกล้กับท่าเรือ

คุณสมบัติของสัตว์น้ำ	เปอร์เซ็นต์ไขมัน	ค่าพลังงาน (กิโลแคลอรีต่อ 1 กิโลกรัม ทุกๆ 1 องศาเซลเซียส)	จำนวนสัตว์น้ำ (กิโลกรัม) ลดอุณหภูมิจาก 30 ถึง 0 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า ด้วยน้ำแข็ง 1 กิโลกรัม
ผอม	< 1	0.78	3,0
กึ่งไขมัน	< 10	0.83	3.2
มีไขมันมาก	< 20	0.88	3.4

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางความร้อนของปลาขึ้นอยู่กับองค์ประกอบปลาน้ำส่วนใหญ่และปริมาณไขมัน

### คุณสมบัติด้านความร้อนของสัตว์น้ำ

ในทางปฏิบัติจำเป็นต้องใช้น้ำแข็งเป็นจำนวนมากในการให้ความเย็นแก่สัตว์น้ำเนื่องจากความร้อนที่อยู่รอบๆ ตามสภาวะแวดล้อมในการเก็บรักษาสัตว์น้ำ เช่น ความร้อนจากอากาศโดยรอบ ความร้อนของภาชนะจัดเก็บ ห้องเก็บรักษา รวมถึงน้ำที่เกิดจากการละลายของน้ำแข็ง การเปิด-ปิด ประตู ผู้ปฏิบัติงาน ฯลฯ น้ำแข็งอื่น ๆ สำหรับการเก็บรักษาสัตว์น้ำในระยะยาวปริมาณน้ำแข็งที่พอเพียงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการคงสภาพความสดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ดังนั้นถ้าภาชนะ หรือห้องสำหรับเก็บรักษาสัตว์น้ำไม่มีฉนวนกันความร้อน จำเป็นต้องใช้น้ำแข็งมากขึ้น มิเช่นนั้นคุณภาพสัตว์น้ำจะเสื่อมลง เนื่องจากการกระจายอุณหภูมิที่ไม่สม่ำเสมอ หรือมีความเย็นไม่เพียงพอในภาชนะ หรือในห้องจัดเก็บ

## น้ำแข็งให้ความเย็นได้อย่างไร

การให้ความเย็นของน้ำแข็งเกิดจากการละลายของน้ำแข็ง โดยอาศัยความร้อนจากรอบๆ น้ำแข็งในที่นี้หมายถึงสัตว์น้ำ และอากาศในห้องจัดเก็บเป็นสำคัญ การละลายของน้ำแข็งจะได้น้ำเย็นที่มีอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส (°C) เมื่อน้ำเย็นดังกล่าวไหลผ่านสัตว์น้ำจึงเป็นการให้ความเย็นแก่สัตว์น้ำอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่มีปริมาณน้ำแข็งน้อยเกินไป อุณหภูมิของสัตว์น้ำก็จะไม่สม่ำเสมอ สัตว์น้ำที่อยู่ใกล้กับน้ำแข็งก็อาจจะใกล้เคียงกับศูนย์องศา ในขณะที่บางส่วนของมันอาจไม่ได้รับความเย็น และโดยรวมจะเสียหายในที่สุดหากมีการเก็บรักษาในระยะยาว

## อัตราการให้ความเย็น

อัตราการให้ความเย็นขึ้นอยู่กับประเภทของน้ำแข็ง เช่นน้ำแข็งเหลว น้ำแข็งเกล็ด และขนาดของก้อนหรือเกล็ดน้ำแข็ง ลักษณะผิวสัมผัสและการจัดเก็บ ขนาดของสัตว์น้ำ กล่าวคือ สัตว์น้ำที่มีขนาดเล็ก เช่น ปลาเล็กปลาน้อยจะเย็นเร็วกว่าปลาที่มีขนาดใหญ่ ทั้งนี้ยังรวมถึง

- สายพันธุ์สัตว์น้ำ
- ปริมาณไขมันและน้ำในเนื้อเยื่อ
- ปลาหรือสัตว์น้ำที่มีผิวหนาเย็นช้ากว่าสัตว์น้ำที่มีผิวนางบาง

ผิวสัมผัสระหว่างสัตว์น้ำและสื่อการระบายความร้อน(น้ำแข็ง) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราหรือความรวดเร็วในการได้รับความเย็น (ตัวอย่างเช่น ถ้าคุณเอามือของคุณจับหรือถือจานที่มีความร้อน คุณจะได้รับความร้อนจากการสัมผัสอย่างแนบแน่น) ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้เช่นเดียวกับการทำความเย็นของสัตว์น้ำ

ประเภทของน้ำแข็ง

- น้ำแข็งก้อน
- น้ำแข็งเกล็ด
- น้ำแข็งเหลว

## น้ำแข็งก้อน

- ผลิตเป็นก้อนขนาดใหญ่
- ก้อนน้ำแข็งขนาดใหญ่ละลายช้ากว่าขนาดเล็ก (ผิว / ปริมาตร)
- สามารถเคลื่อนย้าย ขนส่ง ลำเลียง ก่อนที่จะบด
- ขนาดของน้ำแข็งขึ้นอยู่กับเครื่องบด



น้ำแข็งก้อนมีข้อดีกล่าวคือ ระหว่างการขนส่งในลักษณะเป็นก้อนขนาดใหญ่ จะมีความสูญเสียน้อย(ละลายน้อย) และยังสามารถเก็บรักษาได้ง่าย ทั้งนี้พื้นที่ผิวสัมผัส และอัตราเร่ง (ความรวดเร็ว) ในการให้ความเย็นขึ้นอยู่กับขนาดของการบด (ก้อนน้ำแข็งบด)

### น้ำแข็งเกล็ด

- พื้นผิวสัมผัสสำหรับแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดใหญ่ มีคุณสมบัติในการให้ความเย็นได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- เป็นเกล็ดขนาดเล็ก ง่ายต่อการจัดเก็บ การขนถ่าย และการนำมาใช้
- มีความพร้อมที่ใช้ ประหยัดแรงงาน มีความสะดวกกว่าน้ำแข็งก้อน

น้ำแข็งเกล็ดมีอุณหภูมิระหว่าง  $-5$  ถึง  $-7$  °C ทำให้มีค่าพลังงานสูงถึง 83 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ที่  $0$  °C (ค่าน้ำแข็งปกติ: 80 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)

### น้ำแข็งเหลว

- น้ำแข็งเกล็ด หรือน้ำแข็งบด ที่มีเกล็ดน้ำแข็งขนาดเล็กนำมาผสมกับน้ำทะเล หรือน้ำจืด
- มีคุณสมบัติในระบายนความร้อนที่ดีกว่าการใช้ น้ำแข็งเกล็ดขนาดใหญ่ (มีอัตราเร่งในการให้ความเย็นสูง)
- การใช้งานรักษาเย็นสัตว์น้ำจะต้องมีการเปลี่ยนถ่าย และควบคุมอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง ไม่เหมาะกับการเก็บรักษาในระยะยาว เนื่องจาก
  - มีเลือดของสัตว์น้ำสะสม
  - ความเค็ม หรือการดูดซึมเกลือเข้าสู่เนื้อสัตว์น้ำ

น้ำแข็งเหลว มีพื้นผิวสัมผัสดีมากเป็นคุณลักษณะพิเศษในการให้ความเย็น เพราะสัตว์น้ำถูกรอบคลุมไปด้วยความเย็น และเกล็ดน้ำแข็งขนาดเล็ก ดังนั้น การทำความเย็นเบื้องต้น หรือการชิลล์ ให้แก่สัตว์น้ำเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก

### วิธีใช้น้ำแข็งสำหรับการเก็บรักษาสัตว์น้ำ

โดยทั่วไปสามารถจำแนกออกเป็น 2 วิธีหลักสำหรับเก็บรักษาวัตถุดิบ หรือสัตว์น้ำ ดังต่อไปนี้คือ:

1. แบบสัมผัสโดยตรง (DCI): เหมาะสำหรับให้ความเย็นแก่สัตว์น้ำ เช่น ปู ปลา และกุ้ง
2. แบบไม่สัมผัส (NCI): เหมาะสำหรับให้ความเย็นแก่สัตว์น้ำจำพวก หมึก

**แบบสัมผัสโดยตรง (DCI):** ใช้ในการแช่เย็น ปู ปลา, กุ้ง เนื่องจากให้ความเย็นแก่สัตว์น้ำที่สะดวก และทั่วถึง นอกจากลดอุณหภูมิในการจัดเก็บแล้วยังเป็นการรักษาความสะอาด คงไว้ซึ่งความชุ่มชื้นของสัตว์น้ำ

**แบบไม่สัมผัส (NCI):** ใช้ในการเก็บรักษาสัตว์น้ำ เช่น หมึกปลา หมึกอาจการเปลี่ยนสี จากการละลายของน้ำแข็งไปทำลายเซลล์เม็ดสีบริเวณผิวหนัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเซลล์เม็ดสีที่ง่ายต่อการถูกทำลาย จึงนิยมนำสัตว์

น้ำบรรจุในถุงพลาสติก หรือบรรจุสัตว์น้ำในภาชนะ เช่นกล่อง ภาชนะ โดยใช้แผ่นพลาสติกบางๆห่อหุ้มเพื่อป้องกันน้ำจากการละลายของน้ำแข็ง ก่อนใช้น้ำแข็งกลบทับเพื่อให้ความเย็น

### การดูแลรักษา น้ำแข็ง

น้ำแข็งที่ใช้สำหรับระบายความร้อน หรือให้ความเย็นแก่สัตว์น้ำจะต้องจัดการ ดูแลรักษาด้วยความระมัดระวังเช่นเดียวกับสัตว์น้ำ น้ำแข็งปนเปื้อนที่ปนเปื้อน สกปรก หมายถึงสัตว์น้ำก็ปนเปื้อน สกปรก เช่นเดียวกัน ดังนั้น น้ำแข็งควรเก็บไว้ในภาชนะสะอาด และเป็นภาชนะที่มีคุณภาพจนวนที่ดีเพียงพอ จะเป็นการประหยัดลดการละลายก่อนนำไปใช้

**คุณภาพและความปลอดภัยของน้ำแข็งขึ้นอยู่กับ:** คุณภาพของน้ำสำหรับที่นำมาผลิตน้ำแข็ง คุณลักษณะ และสุขอนามัยในกระบวนการต่างๆ อาทิเช่น กระบวนการผลิต การเก็บรักษา น้ำแข็ง การจัดการดูแลน้ำแข็ง การขนส่ง การบรรจุ ภาชนะสำหรับบรรจุ น้ำแข็งจึงเป็นส่วนหนึ่งของการประมวลผล สำหรับการกำหนดมาตรฐานที่สำคัญของผลิตภัณฑ์เพื่อการจำหน่ายและส่งออก

น้ำแข็งประเภทต่างๆ	น้ำหนัก (กิโลกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร)
น้ำแข็งเกล็ด	400 - 500
น้ำแข็งหลอด	500 - 600
น้ำแข็งก้อน	600 - 700
น้ำแข็งบด	920
น้ำแข็งเหลว	850 - 900

ตารางที่ 2. แสดงค่าความหนาแน่นของน้ำแข็งประเภทต่างๆ

### คุณภาพของสัตว์น้ำ

คุณภาพของสัตว์น้ำที่มีความสำคัญที่สุด คือ ความสด (Freshness) ทั้งนี้เพราะสัตว์น้ำเป็นวัตถุดิบที่เสื่อมคุณภาพง่าย (perishable) โดยทันทีที่สัตว์น้ำหรือปลาตายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพ ปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้สัตว์น้ำมีความสดลดลงเกิดจาก

1. อุณหภูมิภายในตัวของสัตว์น้ำ ควรลดอุณหภูมิภายในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำให้ต่ำ เนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำ ปฏิกิริยาของเอนไซม์และปฏิกิริยาเคมีต่างๆ จะเกิดได้ช้าเนื่องจากอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ลดลง จึงช่วยรักษาคุณภาพเนื้อเยื่อสัตว์น้ำให้คงความสดอยู่ได้นาน
2. จุลินทรีย์ และแบคทีเรีย เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สัตว์น้ำเน่าเสีย การรักษาความสะอาด บุคลากร สถานที่ อุปกรณ์การเก็บรักษาสัตว์น้ำให้สะอาดอยู่เสมอจะช่วยลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และ

แบคทีเรียที่จะเข้าสู่สัตว์น้ำ ดังนั้นการล้างด้วยน้ำสะอาดช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ แบคทีเรียที่ผิวได้มาก การดึ่งเหือกและใส่ฟุ้งแยกออกจะช่วยกำจัดแหล่งจุลินทรีย์แบคทีเรียที่สำคัญออกไป

3. ควรหลีกเลี่ยงการเหยียบย่ำ การบรรจุมากเกินไป ก่อให้เกิดแรงกดทับบนตัวสัตว์น้ำ สัตว์น้ำที่ถูกกดทับอยู่ด้านล่างจะได้รับความเสียหาย เนื้อเยื่อฉีกขาด ท้องแตก ลำตัวข้ำ เกิดหลุดลอก เป็นต้น ลักษณะเหล่านี้เป็นตัวเร่งให้จุลินทรีย์ และแบคทีเรียที่ปนเปื้อนเข้าสู่เนื้อเยื่อได้ง่าย ส่งผลให้สัตว์น้ำเสื่อมสภาพเร็วขึ้น และลุกลามต่อไปถึงสัตว์น้ำตัวอื่นๆ ที่เก็บอยู่ด้วยกัน ดังนั้นในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการเก็บรักษาสัตว์น้ำควรให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ
4. การให้ความเย็น สัตว์น้ำควรได้รับความเย็นอย่างรวดเร็วและทั่วถึง ด้วยน้ำแข็งที่สะอาดให้เย็นที่อุณหภูมิ 0°C เป็นวิธีพื้นฐานที่สะดวก และนิยมใช้อย่างแพร่หลาย



รูปที่ 1 ความสดของสัตว์น้ำ ประเภทต่าง ๆ

### ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสดของสัตว์น้ำ

1. ปัจจัยทางชีวภาพ
  - ชนิดของสัตว์น้ำ
  - ปริมาณไขมันในเนื้อของสัตว์น้ำ
  - ขนาดของสัตว์น้ำ
  - เอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวของสัตว์น้ำ
  - ปริมาณของอาหารที่มีอยู่ในตัวของสัตว์น้ำ
2. การจับสัตว์น้ำ
  - เครื่องมือประมง หรือวิธีที่ใช้ในการจับสัตว์น้ำมีผลต่อชีวเคมีของกล้ามเนื้อ ลักษณะทางกายภาพของสัตว์น้ำ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพ และความสดเริ่มต้น รวมถึงความสดในระหว่างการ

เก็บรักษาสัตว์น้ำ เครื่องมือประมงควรออกแบบ และสร้างขึ้นมาเพื่อลดความเสียหายต่อสัตว์น้ำ เป้าหมาย เช่นการติดตั้งอุปกรณ์ปลดปล่อยสัตว์น้ำไว้อ่อน (J-TED) หรืออุปกรณ์ปลดปล่อยเต่าทะเล (TED) หรือการขยายขนาดตาอวน จะต้องนำประกอบในการพิจารณา การออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจับสายพันธุ์ที่ต้องการและลดการจับสายพันธุ์ที่ไม่พึงประสงค์เช่นปริมาณ สัตว์น้ำไว้อ่อน

- ระยะเวลาทำการประมง การเดินทางการขนส่งจนถึงฝั่ง และระยะเวลาในการจับสัตว์น้ำ จนกระทั่งกู้เครื่องมือนานเกินไป อาจทำให้คุณภาพความสดลดลงได้ ดังนั้นจะต้องมีการวางแผนการจัดเก็บและรักษาคุณภาพสัตว์น้ำให้สอดคล้องกับกำลังความสามารถของลูกเรือ ระยะเวลาในการลากอวนควรมีการควบคุมอย่างเหมาะสม การลากอวนแต่ละครั้งไม่ควรเกินกว่า สามชั่วโมง ระยะเวลาที่นานเกินไปจะก่อให้เกิดความเสียหายทางกายภาพมากขึ้น การจับสัตว์น้ำ ในปริมาณมากจะนำไปสู่ปัญหาในการจัดเก็บ และการให้ความเย็นแก่สัตว์น้ำ
- บาดแผลที่เกิดจากการจับ การจัดเก็บ และการขนส่งสัตว์น้ำ ทำให้แบคทีเรียที่ปนเปื้อน แทรกซึม เข้าสู่เนื้อเยื่อได้ง่าย ทำให้สัตว์น้ำเสื่อมเสียเร็วขึ้น กราบเรือควรมีการออกแบบให้มีความสะดวก หรือมีช่องเปิด-ปิด สำหรับการกู้เครื่องมือทำการประมง และนำสัตว์น้ำที่จับขึ้นมาบนเรือ โดยเฉพาะปลาขนาดใหญ่ เช่นทูน่า ฉลาม นอกจากความสะดวกในการปฏิบัติ งานแล้ว ยังเป็นการลดความเสียหายทางกายภาพ ต่อสัตว์น้ำที่จับได้อีกด้วย

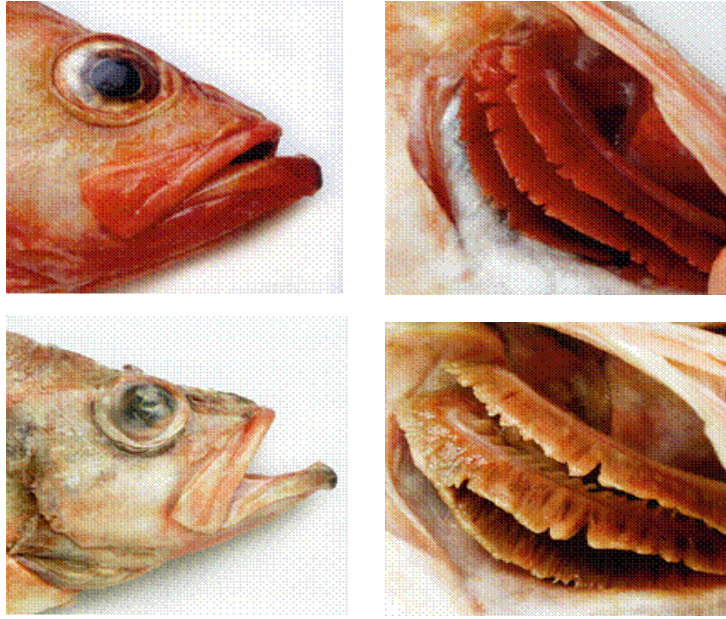
### 3. การดูแลหลังการจับสัตว์น้ำ

- การดันทุนทรายของสัตว์น้ำ ควรใช้แผ่นรองพื้นเพื่อลดการฟกช้ำ หรือหยุดพฤติกรรมนั้น อย่างรวดเร็ว เช่นการดองในน้ำเย็นจัด, การทำลายระบบประสาท (สำหรับสัตว์น้ำขนาดใหญ่)
- การคัดเลือก และทำความสะอาดสัตว์น้ำ
- การรักษาความสะอาด การเก็บรักษา และการควบคุมอุณหภูมิที่เก็บรักษา
- การขนส่งสัตว์น้ำ

### คุณภาพความสด

ระดับของความดีมีคุณภาพของสัตว์น้ำที่มี และปรากฏโดยทั่วไปจะกล่าวถึงการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งประกอบด้วย

- ลักษณะรูปร่างที่ปรากฏ (appearance)
- กลิ่นรส (flavor)
- กลิ่น (odor)
- ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture)



รูปที่ 2 แสดงความสด และความเสื่อมเสียความสดหลังการเก็บรักษา

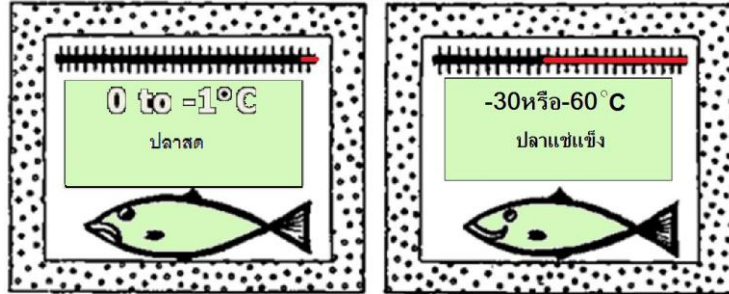
### การเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ

การเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำคือ การคงสภาพความสดและลดความสูญเสียของลักษณะภายนอกที่ปรากฏ รสชาติ และการนำมาสู่ผู้บริโภคโดยมีคุณภาพเช่นเดียวกับสัตว์น้ำที่เพิ่งจับได้จากทะเล สิ่งสำคัญในการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำคือ ความสะอาด ลักษณะเนื้อเยื่อ รสชาติและกลิ่น การล้างสัตว์น้ำให้สะอาด การถนอมรักษา การให้ความเย็นกับสัตว์น้ำอย่างทั่วถึง จะเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพ และราคาของสัตว์น้ำ

ดังนั้น เมื่อนำสัตว์น้ำที่จับได้ขึ้นมาบนเรือควรล้างทำความสะอาดด้วยน้ำทะเลเพื่อชำระล้าง โคลนและเลือดปลา จะมีแบคทีเรียที่ปนเปื้อนออกเสียก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรือประมงอวนลาก การล้างด้วยน้ำทะเลมีประโยชน์นอกจากทำความสะอาดแล้วยังช่วยลดอุณหภูมิความร้อนของแสงอาทิตย์ และยังทำให้ผิวชุ่มชื้น ในบางรายมีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเย็นก่อนนำไปเก็บ ด้วยการผสมน้ำแข็งกับน้ำทะเล การใช้น้ำเย็นล้างทำความสะอาด เมื่อนำไปเก็บรักษาจะส่งผลให้อุณหภูมิของสัตว์น้ำลดลงอย่างรวดเร็วจึงคงความสดไว้ได้นาน เทคนิคการเก็บรักษาสัตว์น้ำบนเรือประมงที่นิยมคือ การเก็บรักษาโดยการให้ความเย็นแก่สัตว์น้ำ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 2 วิธีดังต่อไปนี้

1. การเก็บรักษาแบบสด หมายถึงการเก็บรักษาสัตว์น้ำให้มีอุณหภูมิใกล้กับจุดเยือกแข็ง ( $0^{\circ}\text{C}$ ) เหมาะกับเรือประมงชายฝั่งที่มีระยะเวลาในการทำประมงไม่เกิน 20 วัน ที่อุณหภูมิดังกล่าวนี้แบคทีเรียจะหยุดการเจริญเติบโตทำให้มีความสด รสชาติดี สัตว์น้ำจะเย็นแต่ไม่เป็นน้ำแข็ง การเก็บรักษาแบบนี้เป็นที่นิยม สะดวกต่อการบริโภคทำให้สัตว์น้ำขายได้ราคา

2. การเก็บรักษาแบบแช่แข็ง หมายถึงการเก็บรักษาสัตว์น้ำให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ( $0^{\circ}\text{C}$ ) นิยมใช้กับเรือประมงที่มีระยะทำการไกล อุณหภูมิที่ใช้สำหรับเก็บรักษาอยู่ระหว่าง  $-25$  ถึง  $-30^{\circ}\text{C}$  หรือต่ำกว่า  $-60^{\circ}\text{C}$  .ในเรือประมงที่มีระยะทำการยาวนาน และต้องการขายสินค้าในตลาด  
ชั้นน้ำ



รูปที่ 3 อุณหภูมิของห้องเย็น และห้องแช่แข็งสำหรับเก็บรักษาสัตว์น้ำ

### วิธีการเก็บรักษาสัตว์น้ำบนเรือประมง (แบบสด)

กรรมวิธีการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำบนเรือประมง ขึ้นอยู่กับขนาดของเรือ ประเภท และระยะเวลา ในการทำประมง ซึ่งแต่ละวิธีจะให้ความสำคัญของการรักษาสัตว์น้ำให้คงสภาพความสดโดยการให้ความเย็นแก่ สัตว์น้ำ มีลักษณะการเก็บรักษาดังต่อไปนี้

1. การเก็บรักษาสัตว์น้ำโดยใช้น้ำแข็ง
2. การดองในน้ำที่เย็นจัด (ใช้น้ำแข็งผสมกับน้ำทะเลหรือ ระบบทำน้ำทะเลให้เย็นด้วยเครื่องทำความ เย็น)
3. ระบบทำน้ำทะเลให้เป็นเกล็ดน้ำแข็ง หรือน้ำแข็ง

#### 1. วิธีเก็บรักษาโดยใช้น้ำแข็ง

การใช้น้ำแข็งให้ความเย็นแก่สัตว์น้ำเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังนั้น ประสิทธิภาพในการให้ความเย็นจึงสัมพันธ์กับน้ำแข็งที่ใช้ต้องมีปริมาณเพียงพอสำหรับรักษาความสดของสัตว์ น้ำที่จับได้ตลอดระยะเวลาทำการประมงจนถึงฝั่ง ความสดเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับภาวะเศรษฐกิจขณะนี้ ปัจจัยที่มีผลเกี่ยวข้องกับการคำนวณปริมาณน้ำแข็งมีอยู่หลายประการ อาทิเช่น พื้นที่สำหรับการเก็บรักษาสัตว์ น้ำจะสูญเสียเนื้อที่ไปเนื่องจากการใช้พื้นที่ในการเก็บน้ำแข็ง การละลายของน้ำแข็งก่อนการนำมาใช้ คุณภาพ ของผนังห้องเก็บสัตว์น้ำ การเตรียมการระหว่างการขนถ่าย ทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่ยากสำหรับการประมาณการใช้ น้ำแข็งที่ต้องการใช้ ตารางที่ 1 แสดงอุณหภูมิสัตว์น้ำที่จับได้ และปริมาณน้ำแข็งที่ใช้สำหรับเก็บรักษาสัตว์น้ำ 1 กิโลกรัมที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ให้ลดลงถึง 0 องศาเซลเซียส สำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการประมาณปริมาณ น้ำแข็งที่จำเป็นสำหรับการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ

จากตารางที่ 3 ปริมาณน้ำแข็งที่เหมาะสมสำหรับลดอุณหภูมิสัตว์น้ำในเขตประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สัตว์น้ำที่จับได้จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 30 องศา ดังนั้นจะต้องใช้น้ำแข็ง 340 กรัมหรือประมาณ 4 ชีดต่อสัตว์น้ำ 1 กิโลกรัม ให้มีอุณหภูมิลดลงถึง 0 องศา ปริมาณน้ำแข็งดังกล่าวเป็นเพียงปริมาณน้ำแข็งที่ทำให้

สัตว์น้ำมีความเย็นลดลงเป็น 0 องศาเท่านั้น ดังนั้นจะต้องใช้ปริมาณน้ำแข็งอีกจำนวนหนึ่ง เพื่อใช้สำหรับการเก็บรักษาระหว่างการทำประมง และชดเชยการละลายจากปัจจัยต่างๆ จนถึงฝั่ง อาทิเช่น การทำความเย็นให้กับห้องเย็น ภาชนะ และการสูญเสียจากความร้อนภายนอก เช่นการเปิด-ปิดในทางปฏิบัติสัตว์น้ำ 1 กิโลกรัมจะใช้น้ำแข็งประมาณ 1 ถึง 1.2 กิโลกรัม เพื่อเก็บรักษาสัตว์น้ำให้มีคุณภาพสูง

อุณหภูมิของสัตว์น้ำที่จับได้ (°C)	30	25	20	15	10	5
ปริมาณน้ำแข็งที่จำเป็น (กก)	0.34	0.28	0.23	0.17	0.12	0.06

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณน้ำแข็งที่ใช้สำหรับลดอุณหภูมิสัตว์น้ำ 1 กิโลกรัมที่อุณหภูมิต่างๆ ให้ลดลงถึง 0 องศาเซลเซียส

น้ำแข็งที่ใช้ในการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำควรใช้อย่างประหยัด และใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง ผนวกรวมความร้อนมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการเก็บรักษาความเย็นสำหรับเรือประมง หากผนวกรวมความร้อนมีคุณสมบัติไม่ดีพออาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพความสด จากการละลายของน้ำแข็งในห้องจัดเก็บสัตว์น้ำ โดยปกติเรือประมงที่ต่อขึ้นใหม่ และมีผนวกรวมความร้อนที่ดีจะสามารถเก็บรักษาความเย็นได้ยาวนานกว่าเรือที่มีอายุการใช้งานนาน และไม่มีการปรับปรุงคุณภาพของห้องเก็บรักษาที่ดีเพียงพอ



รูปที่ 4 การใช้น้ำทะเลด้วยแรงดันที่เหมาะสม ล้างทำความสะอาดสัตว์น้ำ เครื่องมือ สถานที่ปฏิบัติงาน เพื่อลดสิ่งสกปรก และความร้อนจากแสงแดดที่สะสมอยู่

เมื่อเรือผ่านการใช้งานมานาน อาจทำให้ประสิทธิภาพการเก็บรักษาความเย็นลดต่ำลงอันเนื่องจากการเสื่อมสภาพของผนวกรวมความร้อน ผนังห้องที่เสื่อมสภาพจึงเป็นที่สะสมของสิ่งสกปรก แบคทีเรีย ซึ่งเป็นที่มาของเชื้อโรคต่างๆ อีกทั้งภาชนะที่ใช้บรรจุสัตว์น้ำควรเก็บไว้ในที่เย็น ในทางปฏิบัติเป็นการยากที่จะเก็บภาชนะในห้องที่มีความเย็นเนื่องจากต้องใช้พื้นที่สำหรับเก็บน้ำแข็ง ดังนั้นก่อนนำมาใช้ควรทำให้ภาชนะ

จัดเก็บ ห้องที่ใช้สำหรับบรรจุ หรือพื้นที่สำหรับวางสัตว์น้ำมีความร้อนลดลง โดยใช้น้ำทะเลล้างให้สะอาดซึ่งเป็นการลดความร้อนแก่ภาชนะก่อนนำมาใช้จัดเก็บสัตว์น้ำ ดังรูปที่ 4

### ปัจจัยสำคัญของการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ

ควรใช้น้ำแข็งในปริมาณที่เพียงพอสำหรับลดอุณหภูมิให้ต่ำระดับจุดเยือกแข็ง เพื่อหยุดยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ปะปนอยู่รอบๆ สัตว์น้ำ ความสดของสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ อาทิ เช่น ชนิด ขนาดของปลา ฤดูกาล การดูแลรักษา สภาวะแวดล้อม และปัจจัยอื่นๆ โดยปกติน้ำแข็งสามารถใช้เก็บและรักษาความสดได้ดีภายในระยะเวลา 3 ถึง 7 วัน จากนั้นคุณภาพจะเริ่มลดลง ปัจจัยสำคัญของการเก็บรักษาสัตว์น้ำให้มีคุณภาพดี ก็คือความสะอาดทั้งสัตว์น้ำ อุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องใช้สอยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเก็บรักษา รวมถึงผู้ปฏิบัติงานบนเรือ และผู้เกี่ยวข้องเก็บรักษาสัตว์น้ำบนเรือ ควรใช้หลักสุขอนามัยเป็นสิ่งสำคัญ

### วิธีปฏิบัติในการเก็บรักษาสัตว์น้ำโดยน้ำแข็ง

1. สัตว์น้ำขนาดใหญ่ควรเอาเหงือก ใส้ เครื่องใน โดยเฉพาะกระเพาะซึ่งเป็นแหล่งสะสมของสิ่งสกปรกออก และล้างทำความสะอาด เลือด เมื่อในช่องท้อง การสะสมสิ่งสกปรกยังส่งผลให้สัตว์น้ำอื่นๆ ที่เก็บไว้ในที่เดียวกันเสียหายได้อีกด้วย ถ้าไม่สามารถดองในน้ำเย็น ควรเก็บรักษาด้วยน้ำแข็งให้ได้รับความเย็นอย่างทั่วถึงตลอดเวลาจนถึงฝั่ง ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การลดสิ่งสกปรก และแหล่งสะสมของแบคทีเรียด้วยการเอาเหงือกเครื่องในออก และล้างทำความสะอาดโดยเฉพาะในบริเวณช่องท้อง



2. ควรใช้น้ำแข็งที่ผลิตจากน้ำสะอาดหรือมีคุณภาพ ไม่มีสิ่งปนเปื้อน หลีกเลี่ยงการกองน้ำแข็ง สัตว์น้ำ และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บสัตว์น้ำบนพื้นที่สกปรก หากไม่สามารถล้างทำความสะอาด หรือหลีกเลี่ยงได้ ควรใช้พลาสติกปูพื้น ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ควรใช้น้ำแข็งที่สะอาด เตรียมภาชนะ และพลาสติกปูพื้นสำหรับการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสัตว์น้ำ เพื่อหลีกเลี่ยงสิ่งสกปรกที่จะปะปนเข้าสู่สัตว์น้ำ

3. ภาชนะ ห้องจัดเก็บสัตว์น้ำ หรือตอมสัตว์น้ำควรทำด้วยวัสดุที่ทำความสะอาดง่าย ไม่แหลมคม ควรมีรูระบายน้ำ ไม่ดูดซับความชื้น มุมที่ซับซ้อนจะเป็นแหล่งสะสมสิ่งสกปรก การใช้ภาชนะบรรจุควรคำนึงถึงคุณสมบัติการใช้งานของ การเป็นฉนวน และการนำความร้อน ตัวอย่างเช่น ถาดโลหะ สามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีเหมาะสำหรับใช้ในการเก็บรักษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งการแช่แข็ง แต่ไม่เหมาะกับการเป็นภาชนะสำหรับขนถ่ายสัตว์น้ำ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ภาชนะสำหรับเก็บ บรรจุสัตว์น้ำควรใช้วัสดุผิวเรียบ ไม่ดูดซับความชื้น ซึ่งจะเป็นที่สะสมของสิ่งสกปรกและแบคทีเรีย

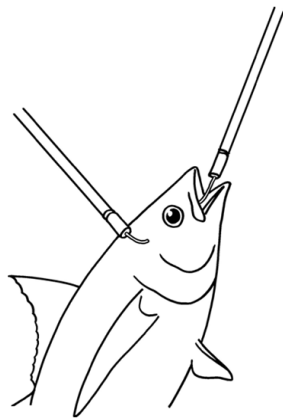
4. เพื่อให้การเก็บรักษาเกิดประสิทธิภาพสูงควรใช้น้ำแข็งรองที่พื้นภาชนะสำหรับบรรจุจากนั้นจึงนำสัตว์น้ำมาวางสลับกับน้ำแข็งโดยวางเป็นชั้นๆ ดังรูปที่ 8 เพื่อให้สัตว์น้ำได้รับความเย็นทั่วถึง ใช้น้ำแข็งกลบบนสัตว์น้ำเป็นชั้นสุดท้าย การใช้น้ำแข็งคลุมกับสัตว์น้ำ เมื่อน้ำแข็งละลายจะเกิดช่องอากาศระหว่างสัตว์น้ำ ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดลง สัตว์น้ำเสียหายได้

ในทางปฏิบัตินิยมใช้อัตราส่วน ระหว่างน้ำแข็งและสัตว์น้ำในอัตรา 1 : 1 เพื่อการเก็บรักษาในระยะยาว



รูปที่ 8 การเรียงสัตว์น้ำและน้ำแข็งสลับเป็นชั้นๆ และไม่ควรบรรจุจนล้น

5. หลีกเลี่ยงปัจจัยที่จะทำให้สัตว์น้ำเป็นบาดแผลโดยเฉพาะสัตว์น้ำขนาดใหญ่ เช่น การโยน การลาก-ครูด การใช้ขอเกี่ยวบริเวณลำตัว จะทำให้ผิวหนัง หรือเกล็ดหลุด ฟกช้ำ ขายไม่ได้ราคา นอกจากนี้ยังส่งผลให้แบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่รอบ ๆ แทรกซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อสัตว์น้ำได้ง่าย



รูปที่ 9 การยกสัตว์น้ำขนาดใหญ่ควรใช้ขอเกี่ยวบริเวณส่วนหัวไม่ควรเกี่ยวที่ลำตัว และ หลีกเลี่ยงลาก ครูด กระทบกับของแข็ง หรือมีคม หากไม่สามารถยกลำพังควรให้ผู้อื่นช่วย หรือใช้เครื่องผ่อนแรง

6. การกู้เครื่องมือประมง รวมถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสัตว์น้ำควรหลีกเลี่ยงมิให้สัตว์น้ำได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ หรือสัมผัสกับพื้นที่มีความร้อน การคัดเลือก การจัดเก็บ หรือระหว่างขนถ่ายสัตว์น้ำ ควรดำเนินกิจกรรมดังกล่าวในช่วงเช้ามืด และปฏิบัติงานอย่างรวดเร็ว หากไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ควรใช้ผ้าใบรองพื้น และบังแสงแดด หรือใช้น้ำทะเลที่สะอาดฉีดล้างบนคานฟ้าเรือ นอกจากจะทำความสะอาดแล้วยังสามารถลดความร้อนที่สะสมอยู่บนพื้นได้อีกด้วย ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 จากรูปสัตว์น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 32.5 องศาเซลเซียส ด้วยความร้อนของแสงอาทิตย์ สถานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดเก็บสัตว์น้ำควรมีที่บังแดด (ปกติ 28 องศา)

7. ควรตรวจสอบ และรักษาอุณหภูมิของสัตว์น้ำให้คงที่ที่ 0 องศาเซลเซียสอย่างสม่ำเสมอ การทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น 1-2 องศาเซลเซียส มีผลทำให้สัตว์น้ำมีคุณภาพด้อยลงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์น้ำที่มีราคาสูง ดังรูปที่11



รูปที่ 11 ลักษณะของสัตว์น้ำที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิ 0 องศา

### การเก็บรักษาสัตว์น้ำด้วยการดองในน้ำเย็น (CSW)

การดองด้วยน้ำที่เย็นจัด ระบบนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการซิลล์ มีทั้งระบบที่ใช้น้ำจืด (CW) และระบบที่ใช้น้ำทะเล (CSW) ซึ่งทั้ง 2 ระบบ มีลักษณะการใช้งาน และโครงสร้างเช่นเดียวกัน แตกต่างกันที่การใช้น้ำจืดหรือน้ำทะเลเท่านั้น แต่จะส่งผลโดยตรงต่ออุณหภูมิของน้ำเย็นที่ใช้สำหรับดอง ซึ่งในกรณีที่ใช้น้ำจืดไม่สามารถทำให้น้ำที่ใช้สำหรับดองมีอุณหภูมิลดลงต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ซึ่งข้อจำกัดนี้สามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มเกลือลงไปในส่วนผสมของน้ำและน้ำแข็งประมาณ 2-3% โดยน้ำหนักของน้ำและน้ำแข็ง ก็จะได้น้ำเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งเช่นกัน แต่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ดังนั้น การใช้น้ำทะเลผสมกับน้ำแข็งจึงเป็นแบบที่นิยมใช้สำหรับเรือประมง และเรือประมงชายฝั่งที่มีระยะทำการไม่ไกลนัก ด้วยการนำน้ำแข็งผสมกับน้ำทะเลกวนให้เข้ากันเพื่อทำให้น้ำมีความเย็นทั่วกันอย่างสม่ำเสมอ



รูปที่ 12 การเก็บรักษาทูน่าในน้ำที่เย็นจัด ด้วยการใช้น้ำแข็งผสมกับทะเล เพื่อรักษาความสดตลอดระยะเวลาการทำประมง 3 สัปดาห์

การดองในน้ำเย็นมีประโยชน์สำหรับการเก็บรักษาสัตว์น้ำพร้อมกันคราวละมาก ๆ สัตว์น้ำที่เก็บรักษาด้วยการดองจะมีความเย็นเร็วกว่าการใช้น้ำแข็งแต่เพียงอย่างเดียว น้ำ และน้ำแข็งที่ใช้สำหรับทำความเย็นต้องสะอาด สำหรับการใช้งานจะต้องมีการวางแผน เตรียมการเพื่อให้ระบบน้ำเย็นสามารถใช้งานได้อย่างทันทีที่นำสัตว์น้ำขึ้นมาบนเรือ น้ำเย็นต้องมีปริมาณเหมาะสม/เพียงพอสำหรับการเก็บรักษา และทำความเย็นให้แก่สัตว์น้ำได้อย่างทั่วถึง ทั้งนี้เพื่อความสะอาด ประหยัดน้ำแข็ง

### วิธีเก็บรักษาสัตว์น้ำด้วยการดอง (ซิลล์)

สัตว์น้ำที่จะนำมาดองในน้ำเย็นควรล้างทำความสะอาด น้ำเย็นที่ผลิตจากน้ำทะเลผสมกับน้ำแข็งในอัตราส่วนที่เหมาะสมด้วยการกวนให้เข้ากันเป็นอย่างดี เนื่องจากมีความแตกต่างของค่าความถ่วงจำเพาะระหว่างน้ำทะเลกับน้ำแข็ง ระบบที่ใช้น้ำทะเลสามารถทำให้น้ำเย็นมีอุณหภูมิลดลงต่ำกว่าจุดเยือกแข็งถึง -4 องศาเซลเซียส การทำให้น้ำทะเลมีอุณหภูมิลดลงดังกล่าว เสมือนกับการเก็บสำรองพลังงานไว้จำนวนมาก (Thermal storage) พลังงานในรูปความเย็นที่เตรียมไว้จะมีค่าประมาณ 80 กิโลแคลอรี ต่อน้ำแข็ง 1 กิโลกรัม รวมกับ 0.5 กิโลแคลอรี ต่อน้ำเย็น 1 ลิตรทุกองศาที่ลดต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (0 องศาเซลเซียส) ซึ่งพลังงานดังกล่าวสามารถลดความเย็นให้แก่สัตว์น้ำที่จับได้ให้มีอุณหภูมิเข้าใกล้ 0 องศาได้ถึง 3 กิโลกรัม (แต่สัตว์น้ำจะไม่นับเป็นน้ำแข็ง)

การดองในน้ำทะเลที่เย็นจัดไม่ส่งผลกระทบต่อรสชาติของสัตว์น้ำ ความเค็มไม่สามารถซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อของสัตว์น้ำได้ หากมีการควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งคงที่ตลอดเวลาที่ทำการเก็บรักษาด้วยการดองในน้ำเย็น หรือตลอดระยะเวลาทำการประมงจนถึงฝั่ง ดังนั้น การเตรียมน้ำเย็นเพียงครั้งเดียว (ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ หรือใส่น้ำแข็งชดเชยการละลาย) จะสามารถเก็บรักษาสัตว์น้ำให้มีความสดในระดับชั้นเยี่ยมเพียง 4-7 ชั่วโมงเท่านั้น จากนั้นจะส่งผลให้คุณภาพความสดเริ่มลดลงไปตามการละลายของน้ำแข็ง และอุณหภูมิของน้ำเย็นที่เพิ่มขึ้น หากทั้งสัตว์น้ำไว้ในน้ำที่ไม่มีความเย็นเพียงพอเป็นเวลานาน จะเกิดการบวมน้ำ ความเค็มแทรกซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อทำให้รสชาติเสื่อมเสียได้ ในกรณีที่มีระยะเวลาในการทำการประมงยาวนาน ไม่สามารถควบคุม

อุณหภูมิการทองจนถึงฝั่งได้ สัตว์น้ำที่ผ่านการทองด้วยน้ำแข็งผสมกับน้ำทะเลจนได้รับความเย็นแล้ว ควรสูบน้ำออก หรือเปลี่ยนถ่ายใส่กล่อง ถาด เพื่อเก็บรักษาต่อไปด้วยการใช้น้ำแข็งให้มีอุณหภูมิต่ำ หรือใกล้เคียง ศูนย์องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการทำประมงจนถึงฝั่ง ก็จะได้สัตว์น้ำที่มีคุณภาพสามารถขายได้ในตลาดชั้นนำได้เช่นเดียวกัน

### ข้อดีของการทองสัตว์น้ำในน้ำเย็น

1. เก็บรักษาสัตว์น้ำให้ได้รับความเย็นได้อย่างรวดเร็วพร้อมกันได้ครั้งละมากๆ และทั่วถึงอย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลา และแรงงาน
2. การทองในน้ำเย็นก่อนนำมาเก็บรักษาด้วยน้ำแข็ง สามารถคงความสดของสัตว์น้ำได้ยืนยาว และมีลักษณะที่ปรากฏดีกว่าสัตว์น้ำที่ไม่ได้ผ่านการทอง

### ข้อควรระวัง

1. การนำสัตว์น้ำไปทองในน้ำเย็น จะต้องทำความสะอาดให้เรียบร้อย ควรคัดแยกสัตว์น้ำที่เสียหาย และสิ่งสกปรกออกเสียก่อน และตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำเย็น ความสะอาดของน้ำเย็น ตลอดจนมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเมื่อน้ำเย็นสกปรก
2. บ่อหรือถังที่ใช้ทองสัตว์น้ำควรมีผนังเรียบ ฝาปิด หรือแผงกันกั้นการลอยตัว เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายจากการโครงของเรือ และควรมีขนาดเพียงพอที่จะไม่ให้ปลาเกิดการเบียด ทับกันจนแน่นเกินไป เรือประมงควรมีบ่อสำหรับทองสัตว์น้ำหลาย ๆ บ่อและบ่อน้ำเย็นสำหรับเปลี่ยนถ่าย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บรักษาที่ดียิ่งขึ้น

### ปริมาณการใช้น้ำแข็งที่เหมาะสมสำหรับการทำน้ำเย็น

$$I_w = \frac{(S_w + F_w)S_t}{80}$$

เมื่อ	$I_w$	= ปริมาณของน้ำแข็งที่ต้องการในการทองปลา
	$S_w$	= น้ำหนักของน้ำทะเลที่ใช้ในการทองปลา
	$F_w$	= ปริมาณของปลาที่ต้องการทอง
	$S_t$	= อุณหภูมิของน้ำทะเล
	80	= ค่าพลังงานของน้ำแข็ง

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวข้างต้นสามารถกำหนดอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาสัตว์น้ำโดยการใช้ น้ำทะเลผสมกับน้ำแข็งในถังที่มีฉนวนกันความร้อนซึ่งอัตราส่วนระหว่าง น้ำทะเล น้ำแข็ง และ สัตว์น้ำที่จะนำมาทองมีความสัมพันธ์ ดังตารางที่ 4

น้ำทะเล (กิโลกรัม หรือ ลิตร )	น้ำแข็ง (กิโลกรัม)	ปลาหรือสัตว์น้ำ (กิโลกรัม)
1	2	4
ตารางที่ 4. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมของน้ำทะเล น้ำแข็งและปริมาณสัตว์น้ำที่นำมา ดองในน้ำเย็น		

### ระบบทำน้ำเย็นด้วยเครื่องทำความเย็น (RSW)

การทำน้ำทะเลให้มีความเย็นด้วยเครื่องทำความเย็น (RSW) เรียกว่าระบบซิลต์ เช่นเดียวกันแต่มีลักษณะโครงสร้างแตกต่างกันกล่าวคือ ระบบ RSW คือการทำน้ำทะเลให้มีความเย็นด้วยระบบเครื่องทำความเย็นแทนการใช้น้ำทะเลผสมกับน้ำแข็ง ด้วยการควบคุมให้น้ำเย็นมีอุณหภูมิลดต่ำลง และคงที่ระหว่าง -3 ถึง -4 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาในการดอง หรือจนกระทั่งถึงฝั่ง อุณหภูมิดังกล่าวนี้ น้ำทะเลจะไม่เป็นน้ำแข็ง จึงเป็นที่นิยมใช้บนเรือประมงขนาดกลางและขนาดใหญ่ที่มีระยะทำการไกล มีระยะเวลาทำการหลายวัน ดังรูปที่ 13ก และ 13ข

หลักการทำงาน คือการใช้เครื่องสูบน้ำทะเลเข้ามาในห้องสำหรับดองสัตว์น้ำในปริมาณที่เหมาะสม จากนั้นใช้วาล์วควบคุมทิศทางการไหลให้น้ำหมุนเวียนผ่านไปยังอุปกรณ์ถ่ายเทความเย็น (ท่อทำความเย็นแบบ ไล้ไก่ หรือ คูลเลอร์) ควบคุมการทำงานของระบบเครื่องทำความเย็น และการไหลเวียนของน้ำเย็นในถังอย่างทั่วถึงเพื่อให้ น้ำเย็นมีอุณหภูมิลดลง (-3 ถึง -4 องศาเซลเซียส) เมื่อนำสัตว์น้ำที่จับได้มาดอง สัตว์น้ำจะได้รับ ความเย็น และมีอุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็วจนเข้าใกล้จุดเยือกแข็ง แต่จะไม่เป็นการแช่แข็งสัตว์น้ำ เช่นเดียวกับการใช้น้ำแข็ง ดังนั้น สัตว์น้ำที่ดองในน้ำที่เย็นจัด และเป็นน้ำที่สะอาด สัตว์น้ำจึงคงสภาพความสด สามารถขายเป็นปลาสดได้ทั้งยังมีลักษณะสวยงาม รดชาติดี มีคุณค่าทางโภชนาการ เช่นเดียวกับการบริโภคสัตว์น้ำ ณ แหล่งทำการประมง



รูปที่ 13ก. ระบบทำน้ำทะเลให้เย็นด้วยเครื่องทำความเย็น (ระบบปิดหรือคูลเลอร์)



รูปที่ 13ข. ระบบทำน้ำทะเลให้เย็นด้วยเครื่องทำความเย็น (ระบบเปิด หรือท่อทำความเย็นแบบใส่ไก่)

### ส่วนประกอบของระบบทำน้ำเย็นด้วยน้ำทะเล

- ชุดทำความเย็น สามารถจำแนกตามโครงสร้างออกเป็น 2 ประเภทดังนี้
  1. ระบบเปิด มีลักษณะเป็นท่อขดเรียงกันคล้ายใส่ไก่ ติดตั้งอยู่กับผนังห้องสำหรับดองสัตว์น้ำ (รูปที่13ข.)
  2. ระบบปิด ที่เรียกว่า คูลเลอร์ หรือ Chiller มีลักษณะเป็นท่อหลายๆ ติดตั้งอยู่ในท่อทรงกระบอก และอุปกรณ์ควบคุมทิศทางการไหลท่อ (รูปที่13ก.)
- ชุดคอมเพรสเซอร์ และระบายความร้อน
- ปั้มน้ำสำหรับหมุนเวียน
- ปั้มน้ำสำหรับระบบทำความเย็น
- ชุดขับและอุปกรณ์ควบคุม

### ข้อดีของการทำน้ำทะเลให้เย็นด้วยเครื่องทำความเย็น (RSW)

- มีความสะดวกในการทำความเย็นและใช้งาน
- สามารถลดแรงกดจากการก่อกวนที่เกิดขึ้นที่ตัวปลา
- สามารถทำและควบคุมอุณหภูมิได้ดีกว่าการใช้น้ำทะเลผสมกับน้ำแข็ง
- ทำความเย็นให้กับสัตว์น้ำในปริมาณมากๆ ได้ดี สะดวกรวดเร็ว ไม่เสียเวลา และประหยัดแรงงาน
- ระบบ RSW สามารถยืดระยะเวลาการจัดเก็บ และรักษาความสดได้นานมากขึ้น เมื่อระยะเวลาการทำประมงนานเกินขีดความสามารถของน้ำแข็งที่จะรักษาความเย็น

## ถังหรือบ่อสำหรับทำน้ำเย็นบนเรือประมง

การดองสัตว์น้ำบนเรือสิ่งสำคัญคือ ระบบถังน้ำเย็นสำหรับดองสัตว์น้ำบนเรือประมงต้องไม่ทำให้การทรงตัวของเรือเสียสมดุล ควรมีขนาดที่จะรองรับปริมาณสัตว์น้ำได้อย่างพอเพียง และมีขีดความสามารถในการเก็บความเย็นและกักน้ำไม่ให้เกิดการรั่วไหลหรือซึมได้ ง่ายต่อการทำความสะอาด ที่สำคัญต้องปราศจากสารปนเปื้อนที่สามารถถ่ายเทมาสู่อุณหภูมิที่สัตว์น้ำจะนำมาดอง อลูมิเนียม ไฟเบอร์ พลาสติก หรือเหล็ก สามารถนำมาใช้ทำถัง หรือบ่อสำหรับเก็บรักษาความเย็น หรือสำหรับดองสัตว์น้ำซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ถังเหล็กจึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากง่ายต่อการซ่อมบำรุง มีความทนทานและง่ายต่อการป้องกันการกัดกร่อนโดยการใช้สีเคลือบ หรือการใช้สังกะสีกันกร่อนติดไว้กับถังเหล็ก ไม้อัดกักน้ำก็สามารถนำมาใช้ทำถังหรือบ่อได้เช่นเดียวกัน โดยปกติเรือไม้จะใช้ระบบโครงสร้างถัง 2 ชั้น ไม้ที่นำมาทำถังนี้ต้องมีความสามารถทนทานน้ำได้ดีด้วยการใช้ไฟเบอร์ หรือเรซินเคลือบผิว ถังหรือบ่อโดยทั่วๆ ไปควรมีมีฉนวนกันความร้อน ช่องระบายน้ำ ที่สำคัญจะต้องมีฉนวนกันความร้อน ฉนวนที่เสื่อมสภาพจะต้องใช้น้ำแข็งปริมาณมากกว่าเดิม ถังเหล็กที่ใช้วิธีการเชื่อมต่อกับตัวเรือจะมีแค่ฉนวนกันความร้อนกั้นอยู่ระหว่างกลางของห้องแต่ละห้อง ส่วนด้านติดกับผนังเรือหากไม่มีฉนวนกันความร้อน จะเกิดการรั่วไหลของความร้อนจะมากเป็น 10 เท่าของถังที่มีฉนวนกันความร้อนทั้ง 6 ด้าน ถังหรือบ่อที่ไม่มีฉนวน หรือฉนวนเสื่อมคุณภาพจะทำให้ปริมาณน้ำแข็ง หรือความเย็นไม่เพียงพอกับการใช้งาน ต้องบรรทุกน้ำแข็งในปริมาณมากเพื่อให้เพียงพอกับการใช้งาน นั้นหมายถึง สัตว์น้ำเสียคุณภาพ ราคา และสิ้นเปลืองพลังงานในการขับเคลื่อนเรือ หรือระบบทำความเย็นมากขึ้น ดังนั้นควรใช้ฉนวนกันความร้อนที่มีคุณภาพ ฉนวนที่ใช้ควรความหนาอย่างน้อย 50 มม. สำหรับฉนวนแบบโพลียูเรเทน (โฟมเหลือง) หรือ 100 มม. สำหรับฉนวนแบบโพลีสไตรีน (โฟมขาว) ถังที่ใช้ดองสัตว์น้ำโดยปกติแล้วจะต้องออกแบบให้มีพื้นที่ว่างระหว่างน้ำกับเพดานบนเพื่อไว้ เพื่อติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการลอยตัวของสัตว์น้ำและป้องกันการล้นของน้ำที่ใช้ทำความเย็น ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 ถังโครงสร้างเหล็กพร้อมท่อเย็นขนาดความจุประมาณ 25 ตัน สำหรับดองและแช่แข็งทูน่า บนเรือประมงอวนล้อม (ระบบน้ำเย็น และระบบไบน)



ตัวอย่างคุณสมบัติของฉนวนที่ใช้สำหรับทำห้องเย็นสำหรับเก็บรักษาสัตว์น้ำ

คุณสมบัติ	ฉนวนโพลีเอทิลีน (โพลีเอทิลีน)	ฉนวนโพลีสไตรีน (โพลีสไตรีน)
ค่าการนำความร้อน (W/m.°C)	0.015	0.029
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (ที่ความหนาผนัง 50 มม.) (Kcal/m <sup>2</sup> .hr.°C)	0.352	0.674
อุณหภูมิสูงสุดที่ใช้งาน (°C)	120	80
การติดไฟ	ติดไฟแต่ดับเอง	ติดไฟแต่จะไหม้จนหมด
ความหนาแน่นผนังที่ใช้งาน	น้อยกว่า	มากกว่า
การเสื่อมสภาพเมื่อได้รับความชื้น	ไม่มี	เสื่อมสภาพ

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของฉนวนที่ใช้สำหรับทำห้องเย็นสำหรับเก็บรักษาสัตว์น้ำ

ความหนาผนัง (มม.) โพลีเอทิลีน (โพลีเอทิลีน)	สัมประสิทธิ์การถ่ายเท ความร้อน (Kcal/m <sup>2</sup> .hr.°C)	อุณหภูมิห้องเย็น (°C)	ความหนาผนังกรณีหาก ใช้ โพลีสไตรีน ((มม.) (โพลีสไตรีน)
50	0.352	มากกว่า 0	100
75	0.235	0 ถึง -10	150
100	0.176	-10 ถึง -20	200
125	0.141	-20 ถึง -30	250
150	0.117	-30 ถึง -40	300

ตารางที่ 6 แสดงคุณสมบัติของฉนวนประกอบผนังห้องเย็นแบบโพลีเอทิลีน และโพลีสไตรีน



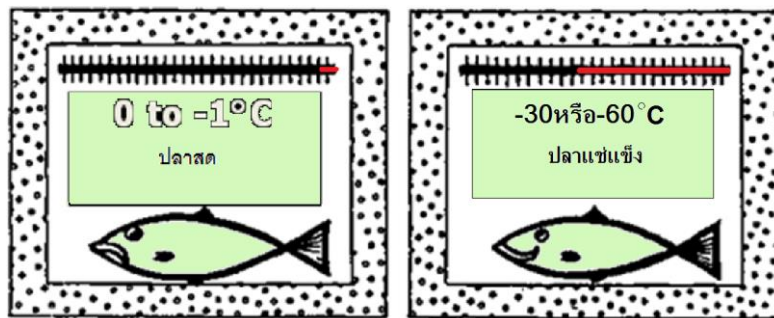
รูปที่ 15 ฉนวนประกอบผนังห้องเย็นแบบโพลีเอทิลีน (เหลือง) และฉนวนแบบโพลีสไตรีน (ขาว)

## ระบบแช่แข็งบนเรือ

การเก็บรักษาด้วยการแช่แข็งสัตว์น้ำ เป็นขบวนการหยุดยั้งการเจริญเติบโตของทำแบคทีเรียด้วยความเย็น การแช่แข็งเป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับการเก็บรักษาความสดในระยะยาว และยังสามารถนำไปใช้ประกอบอาหารได้หลากหลายรสชาติ ระบบแช่แข็งจึงเป็นที่นิยมบนเรือประมงที่มีระยะทำการไกลฝั่ง การติดตั้งระบบแช่แข็งบนเรือนอกจากจะพิจารณาประเภทของการทำประมงแล้วยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ อาทิเช่น ต้นทุนการทำห้องแช่แข็ง การประหยัดแรงงาน การใช้พลังงาน ความสะดวกรวดเร็ว และอุณหภูมิของการแช่แข็ง ตลอดจนการบริหาร และจัดการเกี่ยวกับการเก็บ การขนย้ายสัตว์น้ำออกจากห้องแช่แข็งไปยังห้องจัดเก็บนับเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้น วิธีที่ง่าย และสะดวกที่สุดสำหรับเรือประมงคือ ห้องแช่แข็ง และห้องเก็บควรเป็นห้องเดียวกัน

**ห้องแช่แข็ง (Freezer)** โดยทั่วไปนิยมเรียกว่า “ห้องฟรีซ” เป็นห้องที่ทำหน้าที่แช่แข็งสัตว์น้ำโดยการลดอุณหภูมิของสัตว์น้ำให้ถึงพิกัดความเย็นที่ต้องการในระยะเวลาที่กำหนด ดังนั้น ห้องแช่แข็งจึงต้องการระบบทำความเย็นที่มีขีดความสามารถด้านอัตราการทำความเย็น และใช้พลังงานสูง รวมถึงต้องมีโครงสร้างแข็งแรง มีฉนวนที่สามารถเก็บรักษาความเย็น และป้องกันความร้อนจากภายนอกส่งผ่านเข้ามาในห้องแช่แข็งได้

**ห้องเก็บรักษา (Storage room)** โดยปกติห้องเก็บรักษาสัตว์น้ำจะมีหน้าที่เก็บรักษาสัตว์น้ำที่ขนถ่ายออกจากห้องแช่แข็ง ทำหน้าที่รักษาอุณหภูมิภายในห้องให้คงที่ เท่ากับห้องแช่แข็งตลอดเวลา ระบบทำความเย็นจะทำหน้าที่เพียงชดเชยอัตราการสูญเสียความเย็น จากการละลายของสัตว์น้ำ และความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางผนังห้องโดยรอบ รวมถึงการเปิด-ปิด ซึ่งใช้พลังงานน้อยมากเมื่อเทียบกับห้องแช่แข็ง



รูปที่ 16 ความเย็นที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาสัตว์น้ำ

**อุณหภูมิในการแช่แข็ง** การควบคุมระบบเครื่องทำความเย็น และระบบแพร่กระจายความเย็น ให้มีอุณหภูมิห้องระหว่าง  $-20$  ถึง  $-30$  องศาเซลเซียส อุณหภูมิดังกล่าวเหมาะสำหรับเก็บรักษาสัตว์น้ำที่จำหน่ายสำหรับบริโภคทั่วไป และสำหรับวัตถุดิบโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูป ส่วนการเก็บรักษาสำหรับจำหน่ายในตลาดชั้นนำ เช่น สัตว์น้ำเกรดพิเศษจำพวกซาซิมิ หรือต้องการเก็บรักษาไว้ใช้ในระยะเวลา นิยมเก็บรักษาที่  $-40$  ถึง  $-60$  องศาเซลเซียส อุณหภูมิดังกล่าวเหมาะสำหรับเรือประมงที่มีระยะเวลาทำการหลาย ๆ เดือน อุณหภูมิของสัตว์น้ำเมื่อนำออกจากห้องแช่แข็งจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง

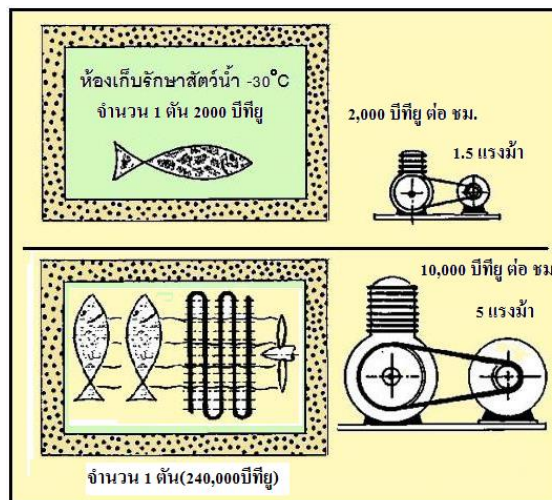
### การคำนวณหาขนาดของคอมเพรสเซอร์

การกำหนดความต้องการความเย็นอย่างแน่นอน จะต้องใช้การคำนวณในระดับสูงมีความซับซ้อนและใช้ข้อมูลมากมาย การใช้สูตรต่างๆ เพื่อที่จะหาความแม่นยำในการคำนวณระบบทำความเย็นนั้น ในบางครั้งมีหลายปัจจัยที่เป็นขีดจำกัด อาทิเช่น พลังงานที่ใช้ พื้นที่ที่ต้องการ ราคาต้นทุน ซึ่งหมายถึงขนาดของการทำความเย็นอาจจะเล็กลง และใช้ระยะเวลาในการทำความเย็นนานขึ้นกว่าที่ควร โดยเฉพาะเมื่อปริมาณการจับสัตว์น้ำต่อการจับหนึ่งครั้งมีจำนวนมาก หลักการคำนวณความต้องการของการทำความเย็นอย่างง่าย แสดงดังสมการต่อไปนี้

$$H = [(Mf \times Cp) \times (ts - te)]$$

กำหนดให้

- H = ความร้อนที่ถูกดึงออกไประหว่างการทำความเย็น  
(ขนาดของคอมเพรสเซอร์ กิโลแคลอรี)
- Mf = น้ำหนักของสัตว์น้ำที่จะเก็บ (กิโลกรัม)
- Cp = ความร้อนจำเพาะของสัตว์น้ำ  
(0.8 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมเซลเซียส)
- ts = อุณหภูมิก่อนทำความเย็น (องศาเซลเซียส)
- te = อุณหภูมิหลังทำความเย็น (องศาเซลเซียส)



รูปที่ 17 ความต้องการพลังงานที่แตกต่างกันห้องเก็บรักษา และห้องแช่แข็ง

### 1. การแช่แข็งแบบท่อใส่ไก่ (Coils freezer)

เป็นวิธีที่เก่าแก่ และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ระบบนี้จะติดตั้งท่อทำความเย็นจัดเรียงขึ้นรูป ยึดติดเข้ากับผนังเพดาน โดยอาศัยการแผ่ความเย็นอย่างธรรมชาติ ไม่มีพัดลมช่วยในการส่งถ่ายความเย็น ข้อดีของระบบนี้คือ มีความหลากหลายในการแช่แข็ง ไม่ว่าจะสัตว์น้ำจะมีขนาดเท่าใด หรือมีรูปร่างอย่างไรก็ตาม ระบบนี้ยังสามารถพัฒนาให้กันน้ำใช้กับระบบซีลก็ได้อีกด้วย ดังรูปที่ 18



รูปที่ 18 ห้องเย็นแบบท่อใส่ไก่

### 2. การแช่แข็งแบบใช้ลมเย็นและกึ่งลมเย็น (Air blast freezer และ Semi-Air blast)

ระบบแช่แข็งแบบใช้ลมเย็นนี้ได้รับการปรับปรุง และพัฒนามาจากการแช่แข็งแบบท่อใส่ไก่ โดยมีพัดลมช่วยหมุนเวียนความเย็นซึ่งจะมีความเร็วลมประมาณ 4 – 5 เมตรต่อวินาที การแช่แข็งแบบใช้ลมเย็นสัตว์น้ำที่นำมาเก็บรักษาจะได้รับความเย็นจากลมที่พัดหมุนเวียนไปสัมผัสกับสัตว์น้ำโดยมีอุณหภูมิประมาณ -30 ถึง -60 องศาเซลเซียส ระบบแช่แข็งแบบลมเย็นจะครอบคลุมถึงระบบ Semi air blast freezer ดังรูปที่ 19

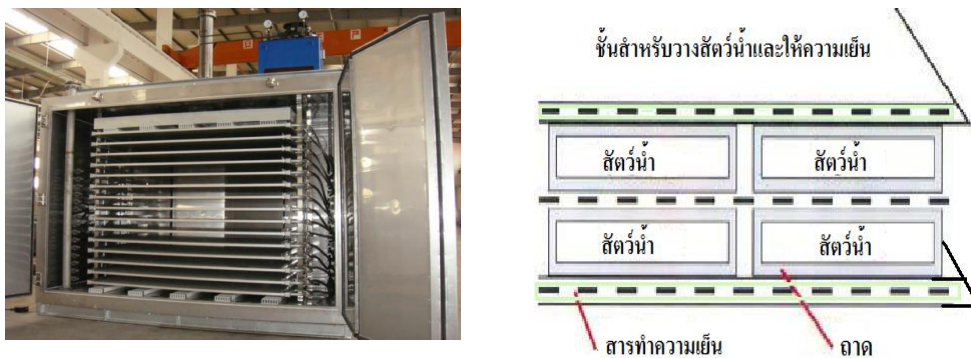


รูปที่ 19 ห้องเย็น และห้องแช่แข็งแบบลมเย็น

ระบบลมเย็นจะมีพัดลมทำหน้าที่หมุนเวียนไอเย็นภายในห้อง ปริมาณความจุของห้องเก็บ หรือแช่แข็ง จะมีขนาดใหญ่ประมาณ 2 เท่าของสัตว์น้ำที่จะนำมาบรรจุในห้อง ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการไหลเวียน และถ่ายเทความเย็น การเก็บรักษาแบบใช้ลมเย็นมีข้อเสียที่จะเกิดการสูญเสียน้ำ (ผิวแห้ง) จึงต้องมีการ ห่อหุ้มสัตว์น้ำด้วยพลาสติก หรือเคลือบผิวด้วยน้ำ (Glazing) สำหรับการเก็บรักษาในระยะยาว

### 3. การแช่แข็งแบบสัมผัส (Contact freezer)

ระบบแช่แข็งแบบสัมผัส คือการใช้ถาดที่บรรจุสัตว์น้ำวางลงบนแผ่นทำความเย็น ถาดที่ใช้ขึ้นอยู่กับ ขนาดของสัตว์น้ำ และช่องว่างระหว่างแผ่นทำความเย็น จึงต้องมีการออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการเก็บรักษา สัตว์น้ำขนาดใหญ่ หรืออาจต้องทำการแล่หรือหั่นเป็นชิ้น และบรรจุลงในถาดเพื่อทำการแช่แข็ง ดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 ลักษณะโครงสร้าง และการใช้งานของห้องเย็น ห้องแช่แข็งแบบสัมผัส

### 4. ระบบไบริน (Brine freezer)

ไบริน หมายถึง สารละลายที่มีความเค็มหรือมีความเข้มข้นของเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำระหว่าง 3.5 ถึง 26 เปอร์เซ็นต์ ไบรินสำหรับเก็บรักษาสัตว์น้ำบนเรือประมงทუნานิยมใช้เกลือ (แคเซียมคลอไรด์) ที่มีมาตรฐาน ความบริสุทธิ์มากกว่า 95% เป็นสื่อในการถ่ายเทความเย็น เนื่องจากแคเซียมคลอไรด์มีจุดเยือกแข็งต่ำประมาณ -21.2 องศาเซลเซียส การวัดความเค็มของไบริน สามารถวัดค่าความถ่วงจำเพาะโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า “ไฮโดรมิเตอร์” ค่าความถ่วงจำเพาะเป็นตัวชี้วัดความเข้มข้นหรือความเค็มของสารละลาย “ไบริน” ถ้ามีเกลือ ละลายในน้ำมากค่าความถ่วงจำเพาะก็จะมาก จุดเยือกแข็งก็จะยิ่งต่ำลง ไบรินที่นำมาใช้จะมีอัตราส่วนผสมของ เกลือสูงสุดไม่เกิน 23 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก ซึ่งเป็นเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม และได้ประโยชน์สูงสุด

ระบบไบริน มีโครงสร้างหลักเช่นเดียวกับระบบซิลล์ แตกต่างกันที่อุณหภูมิและความเข้มข้นของน้ำเย็น เท่านั้น ระบบไบรินเป็นที่นิยมใช้บนเรือประมงอวนล้อมทუნา โดยการนำทუნาที่จับได้คราวละหลายๆ ไปสัมผัส โดยตรงกับไบริน หรือดองในไบรินที่เย็นจัด การแช่แข็งสัตว์น้ำคราวละหลายๆ ดังรูปที่ 21 ทั้งสะดวก ประหยัด แรงงาน และเวลาในการเก็บรักษา ในกรณีที่เก็บรักษาด้วยระบบคอยล์ใส่ไก่ สัตว์น้ำไม่สามารถสัมผัสกับท่อทำ ความเย็นที่ติดตั้งบริเวณผนังห้องเพื่อให้ได้รับความเย็นได้อย่างทั่วถึงทุกตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์น้ำที่อยู่ตรง กลางจะได้รับความเย็นไม่เพียงพอ ดังนั้น ไบรินจึงถูกนำมาใช้เป็นสื่อในการถ่ายเทความเย็นจากท่อทำความ เย็นไปยังสัตว์น้ำให้ครอบคลุมทั่วถึงทุกซอกทุกมุม



## วิวัฒนาการการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำในนาคต

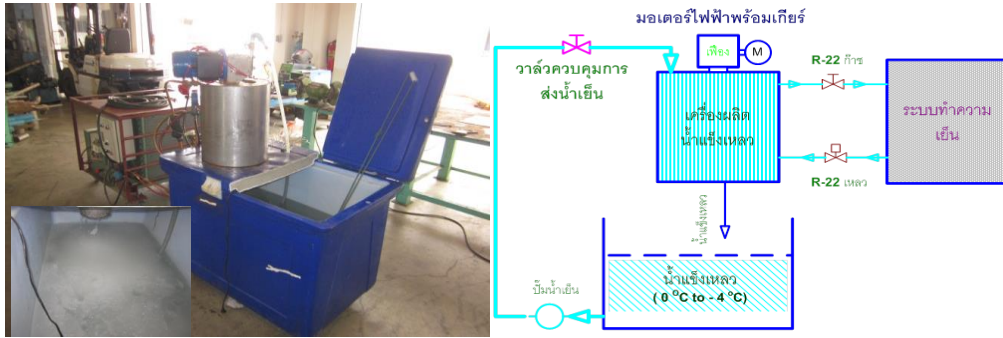
ระบบสะสมพลังงานสำหรับเรือประมง Thermal Energy Storage (TES) ประกอบด้วย ระบบทำความเย็น ระบบท่อ เครื่องสูบน้ำ ถึงเก็บความเย็น และระบบควบคุม เป็นเทคนิคการใช้พลังงานซึ่งเป็นผลพลอยได้จากระบบขับเคลื่อน หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มาแปรรูปเป็นพลังงานที่สามารถเก็บ และสะสมได้ในรูปของน้ำเย็น น้ำแข็ง หรือน้ำแข็งเหลว แล้วนำมาใช้ในการเก็บรักษาสัตว์น้ำ ทั้งนี้เพื่อใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงอย่างคุ้มค่า การเก็บสะสมพลังงานนั้นมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับความจำเป็น แหล่งพลังงาน และการนำไปใช้ ตัวอย่างเช่น ระบบเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าสำรองโดยการประจุแบตเตอรี่ ระบบลมอัดสำหรับติดเครื่องยนต์ และที่สำคัญสำหรับเรือประมงคือ ระบบทำความเย็น

ระบบสะสมพลังงานประหยัดได้อย่างไร ระบบจะผลิต น้ำเย็น น้ำแข็ง หรือน้ำแข็งเหลว โดยใช้พลังงานจากระบบขับเคลื่อน หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังกล่าวข้างต้น โดยใช้พลังงานที่เหลือใช้จากระบบดังกล่าวในปริมาณเพียงเล็กน้อยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของแหล่งต้นกำลัง โดยการเก็บสะสมพลังงานในรูปของสื่อความเย็นระหว่างการเดินทางไป-กลับยังแหล่งทำการประมง แล้วนำความเย็นที่ผลิต สะสมไว้มาใช้สำหรับการเก็บรักษาความสดของสัตว์น้ำที่จับได้ เมื่อน้ำเย็น น้ำแข็ง หรือน้ำแข็งเหลวสามารถผลิตได้ในทะเลแล้ว จึงเป็นการลดภาระการบรรทุกน้ำแข็งจากฝั่ง ทำให้เรือมีน้ำหนักเบาสามารถแล่นได้เร็วขึ้น เครื่องยนต์ทำงานน้อยลง ลดการใช้น้ำมัน ลดการสึกหรอของเครื่องยนต์

พลังงานในรูป น้ำเย็น น้ำแข็ง หรือน้ำแข็งเหลวที่ผลิต และเก็บสะสมไว้ในถังเก็บความเย็น โดยระบบมีอุณหภูมิตำระหว่าง -3 ถึง -4 องศาเซลเซียส อย่างอัตโนมัติเนื่องจากผลิตจากน้ำทะเล น้ำเย็น น้ำแข็ง หรือน้ำแข็งเหลวที่ผลิตจากน้ำทะเลจึงมีประสิทธิภาพในการให้ความเย็นสูงดังกล่าวมาแล้วข้างต้นจึงทำให้ขนาดของถังเก็บ (Storage Tank) ไม่ใหญ่มาก

## ระบบน้ำแข็งเหลว

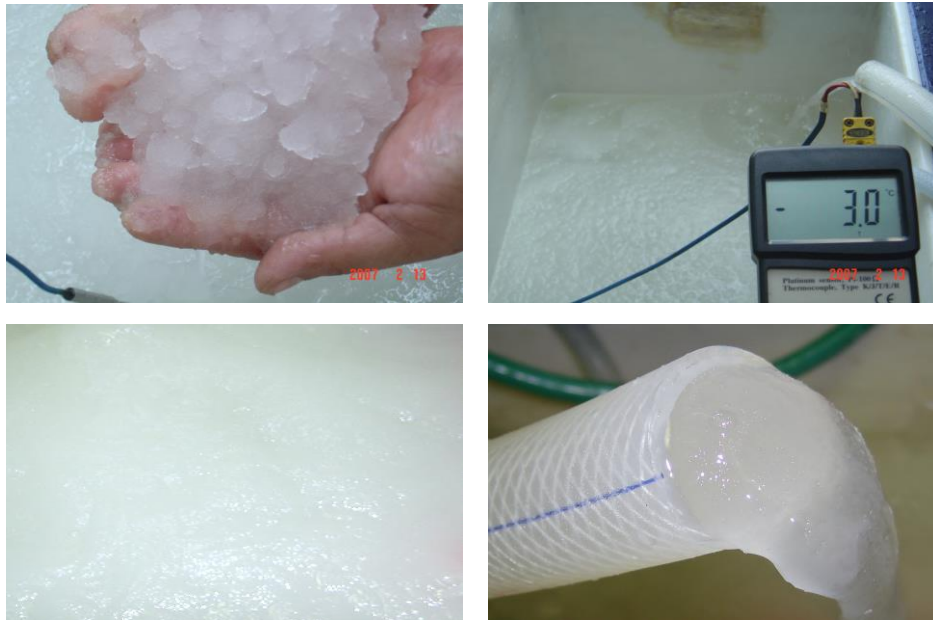
ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้คำนึงถึงต้นทุนด้านพลังงานของการทำประมง และการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ จึงได้ส่งเสริมให้ผู้ใช้สื่อความเย็นอย่างมีประสิทธิภาพ น้ำแข็งเหลวเป็นสื่อความเย็นชนิดหนึ่งสำหรับการรักษาคุณภาพสัตว์น้ำที่มีประโยชน์ จึงได้ริเริ่มพัฒนาระบบการใช้น้ำแข็งเหลวเพื่อเก็บสะสมพลังงานในรูปของความเย็นสำหรับเก็บรักษาสัตว์น้ำ โดยใช้พลังงานที่มาจากระบบขับเคลื่อน หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เนื่องจากระบบดังกล่าวใช้งานสำหรับการเดินเรืออยู่แล้ว การนำพลังงานส่วนหนึ่งมาใช้จึงเป็นผลพลอยได้ ก่อประโยชน์จากน้ำมันอย่างคุ้มค่าระหว่างที่เรือเดินทางไป-กลับระหว่างแหล่งทำการประมง หรือขณะทำการประมง น้ำแข็งเหลวนี้จะถูกผลิต และเก็บสะสมในถัง หรือห้องเก็บปลาไว้เพื่อพร้อมใช้ในการให้ความเย็นแก่สัตว์น้ำที่จับได้ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถลดค่าใช้จ่ายสำหรับการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ เพิ่มความสะดวกสบาย ประหยัดแรงงาน และแล่นเรือที่มีสัมภาระน้อย เนื่องจากไม่ต้องบรรทุกน้ำแข็งในปริมาณมาก เพราะสามารถผลิตบนเรือ อีกทั้งยังประหยัดพลังงานในการแล่นเรืออีกด้วย น้ำแข็งเหลวที่ผลิตได้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการทำความเย็นสูง (ความร้อนแฝงของการทำละลายสูงระหว่าง 82 ถึง 83 Kcal/kg)



รูปที่ 23 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องกำเนิดน้ำแข็งเหลว และระบบผลิตน้ำแข็งเหลว

ระบบทำน้ำทะเลให้เป็นเกล็ดน้ำแข็งด้วยเครื่องทำน้ำแข็งเหลว (Ice slurry Generator) เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับรักษาความสดของสัตว์น้ำให้ยืนยาว และเป็นวิธีเก็บรักษาที่สะดวก รวดเร็ว และถูกสุขอนามัยบนเรือประมง เครื่องทำน้ำแข็งเหลวมีลักษณะทรงกระบอกที่ประกอบด้วยท่อทำเกล็ดน้ำแข็งในแนวตั้ง โดยมีระบบการทำงานเช่นเดียวกับกับระบบผลิตน้ำแข็ง หรือเครื่องทำความเย็นทั่วไป ระบบนี้มีชื่อเรียกด้วยกันหลายชื่ออาทิเช่น “Ice slurry, Sherbet ice, Flo ice หรือ Liquid ice”

การสะสมพลังงานในรูปน้ำแข็งเหลว (Sherbet) เป็นระบบที่ทำน้ำทะเลให้อยู่ในรูปของน้ำแข็งเหลว มีลักษณะเป็นวุ้น หรือเยลลี่ประกอบด้วยเกล็ดน้ำแข็งเล็กๆ ขนาดประมาณ 1-1.5 มิลลิเมตร ความเข้มข้นของเกล็ดน้ำแข็งปกติประมาณ 30 ถึง 40% ซึ่งทำให้เราสามารถสูบน้ำแข็งชนิดนี้ไปใช้งานได้ในลักษณะของน้ำแข็งเหลว ดังรูปที่ 23 ระบบน้ำแข็งเหลวสามารถประยุกต์ใช้งานได้ 2 ลักษณะคือ 1) การใช้น้ำแข็งเหลวสำหรับดองสัตว์น้ำโดยตรง 2) ใช้งานในรูปของน้ำแข็งโดยระบายน้ำออกดังรูปที่ 24



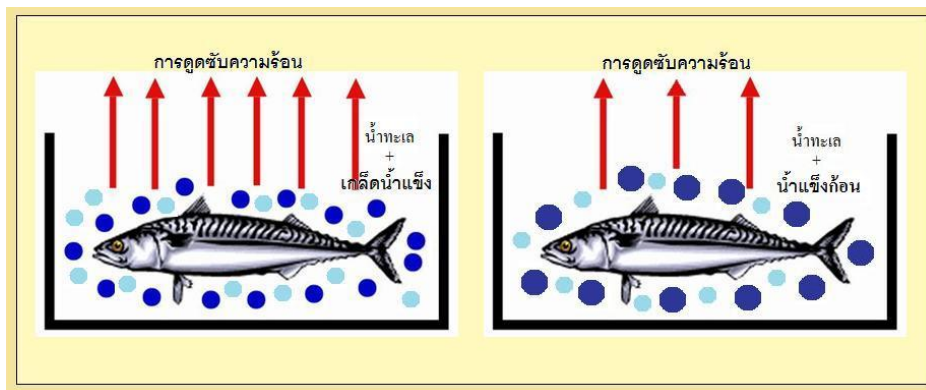
รูปที่ 24 ลักษณะของน้ำแข็งเหลวที่ผลิตจากน้ำทะเล





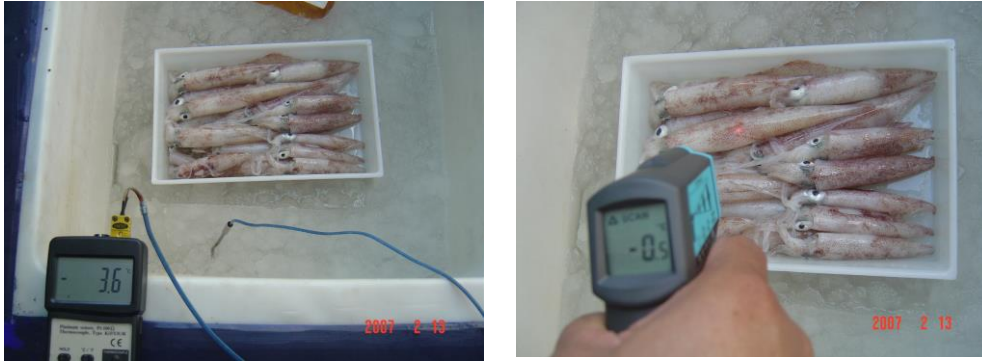
รูปที่ 25 ระบายน้ำออกจากน้ำแข็งเหลวแล้วสามารถใช้เก็บรักษาสัตว์น้ำได้ เช่นเดียวกับน้ำแข็งทั่วไป

น้ำแข็งเหลวมีคุณสมบัติในการถ่ายเท ดูดซับความร้อน หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการให้ความเย็น ได้เร็วกว่าน้ำแข็งประเภทอื่น ๆ ประมาณ 2-3 เท่า เนื่องจากมีส่วนผสมของน้ำ และเกล็ดน้ำแข็งเล็กๆ ทำให้มีบริเวณผิวสัมผัสระหว่างสัตว์น้ำ กับสื่อความเย็นมาก สัตว์น้ำจึงรับความเย็นได้อย่างทั่วถึงทุกซอกทุกมุม มากกว่าการใช้น้ำแข็งประเภทอื่น ๆ ในปริมาณที่เท่ากัน ดังรูปที่ 26



รูปที่ 26 เปรียบเทียบการดูดซับความร้อนออกจากสัตว์น้ำระหว่างน้ำทะเลที่ผสมด้วยเกล็ดน้ำแข็งขนาดเล็กๆ กับน้ำทะเลที่ผสมด้วยน้ำแข็งเกล็ดซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า

ระบบน้ำแข็งเหลวมีอุณหภูมิโดยรวมต่ำกว่าจุดเยือกแข็งระหว่าง -3 ถึง -4 องศาเซลเซียส น้ำแข็งเหลวที่ผลิตจะไหลออกมาภายนอกตัวผลิตไม่มีการสะสมอยู่ภายในอุปกรณ์ผลิตน้ำแข็งเหลว (ice Slurry Generator) โดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์ควบแน่น ถึงเก็บน้ำแข็งเหลว และเครื่องสูบน้ำ (Water pump) การผลิตน้ำแข็งเหลวสามารถใช้เครื่องสูบน้ำเป็นตัวส่งถ่ายไปยังถังเก็บ หรือรวมถึงการนำไปใช้งาน ส่วนถังเก็บก็มีลักษณะเช่นเดียวกับระบบดองด้วยน้ำเย็น ต่างกันที่สามารถออกแบบให้มีขนาดเล็กกว่า เพราะมีเกล็ดน้ำแข็งผสมอยู่ทำให้ระบบน้ำแข็งเหลวมีคุณสมบัติด้านความเย็นที่ดี หรือมีความร้อนแฝงของการละลายสูงกว่าระบบดองด้วยน้ำเย็น ระบบน้ำแข็งเหลวนี้อีกข้อดีอีกประการหนึ่งคือ ต้นทุนของระบบและการนำไปใช้งานจะถูกกว่าการใช้ น้ำแข็งที่นิยมใช้ในปัจจุบัน



รูปที่ 27 แสดงการใช้น้ำแข็งเหลวตองหมึก ก่อนนำไปแช่แข็งมีอุณหภูมิ  
ลดต่ำลงถึง -0.5 องศา บนเรือประมงอวนลาก

ระบบน้ำแข็งเหลวในด้านการรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ การเก็บรักษาด้วยน้ำแข็งเหลวเป็นกระบวนการเก็บรักษาแบบซิลล์ เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้สำหรับการเก็บรักษาสัตว์น้ำให้คงสภาพความสดอย่างเป็นมิตรต่อผู้บริโภค คงคุณภาพทั้งรสชาติ กลิ่น และยังช่วยลดการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ดังนั้น สัตว์น้ำที่เก็บรักษาด้วยวิธีดังกล่าวนี้ ผิวน้ำ หรือเปลือกของสัตว์น้ำจะสัมผัสโดยตรงกับความเย็น กรอบกับเกล็ดน้ำแข็งที่อ่อนนุ่ม นอกจากอุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็วแล้ว ยังช่วยลดความเสียหายต่อผิวน้ำ เปลือก หรือเกล็ดของสัตว์น้ำ ทำให้การเก็บรักษาด้วยน้ำแข็งเหลวมีคุณภาพดีทั้งความสดและรูปลักษณ์ภายนอก เช่นลักษณะของเหงือกที่ปรากฏสดใส กลิ่น และยังสามารถยืดอายุความสดของสัตว์น้ำให้มีคุณภาพ เช่นเดียวกับสัตว์น้ำที่พึ่งจะจับได้ ยาวนานถึง 15 วัน



รูปที่ 28 แสดงการใช้น้ำแข็งเหลวกับสัตว์น้ำประเภทต่างๆ

## สุขลักษณะสำหรับการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำบนเรือประมง

- มีการสร้างอย่างเหมาะสมโดยมีส่วนที่ยื่นหักมน้อยที่สุดเพื่อให้ง่ายต่อการรักษาความสะอาด
- ควรออกแบบตัวเรือ ห้องเก็บสัตว์น้ำ ห้องดองสัตว์น้ำ และพื้นที่ปฏิบัติงานให้สามารถระบายน้ำได้ดี
- ควรมีพื้นที่เพียงพอ เหมาะสมสำหรับการรับวัตถุดิบ คัดเลือก ถังดอง ห้องเก็บรักษาสัตว์น้ำ และพื้นที่สำหรับการขนถ่าย
- พื้นที่ผิวบริเวณปฏิบัติงาน และบริเวณเก็บรักษาสัตว์น้ำทำจากวัสดุผิวเรียบ ทำความสะอาดง่าย และล้างทำความสะอาดทุกครั้งหลังใช้งานด้วยน้ำสะอาด
- บริเวณปฏิบัติงาน บริเวณเก็บรักษาสัตว์น้ำรวมถึงห้องดองสัตว์น้ำต้องออกแบบอย่างเหมาะสม เป็นสัดส่วน แยกออกจากส่วนห้องเครื่อง ห้องครัว ที่พักลูกเรือ และสามารถบรรจุอุปกรณ์ หรือ ภาชนะที่ใช้เก็บรักษาสัตว์น้ำ เพื่อมิให้สัตว์น้ำถูกเก็บอย่างทับถมกันหนาแน่น
- จัดพื้นที่บริเวณเฉพาะสำหรับเก็บเศษเหลือให้เป็นสัดส่วน แยกออกจากบริเวณเก็บรักษาสัตว์น้ำ

## วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และห้องเก็บรักษาสัตว์น้ำ

- วัสดุ อุปกรณ์ทุกชนิดต้องไม่เป็นที่สะสมของแบคทีเรีย ทำด้วยวัสดุที่มีผิวเรียบ ไม่มีรอยแตก ทำความสะอาดง่าย ไม่ดูดซับน้ำ และไม่เปื้อนสี เครื่องมือทุกชนิดต้องออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน สะดวกในการรักษาความสะอาด
- มีการล้างทำความสะอาด เพื่อลดความร้อน สิ่งปนเปื้อน และการสะสมของแบคทีเรีย ตามแผนการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ
- วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือที่ล้างทำความสะอาดแล้วต้องมีที่เก็บที่เหมาะสม สามารถป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อน และได้รับความร้อนโดยเฉพาะพื้นผิวที่ต้องสัมผัสกับสัตว์น้ำ
- ภาชนะบรรจุสัตว์น้ำควรมีรูระบายน้ำ เช่น กระบะพลาสติก ต้องสามารถรองรับน้ำหนักได้ในกรณีที่ต้องวางภาชนะซ้อนกันเพื่อป้องกันไม่ให้ภาชนะกดทับสัตว์น้ำ

## บุคลากร

- มีสุขภาพดี ไม่เป็นโรคติดต่อร้ายแรง ไม่เป็นพาหะของโรคทางเดินอาหาร และไม่มีแผลเปิดหรือแผลติดเชื้อ
- ได้รับการตรวจสุขภาพทั้งโรคติดต่อร้ายแรง และโรคทางเดินอาหารเป็นประจำอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง พร้อมเก็บบันทึกผลการตรวจ
- ได้รับการฝึกอบรมเรื่องสุขลักษณะที่ควรปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ
- ล้างมือให้สะอาดทั้งก่อน และหลังปฏิบัติงานทุกครั้ง รวมทั้งในระหว่างการปฏิบัติงานตามความเหมาะสม และทุกครั้งหลังใช้ห้องสุขา

- เสื้อผ้าเครื่องแต่งกายที่ใส่ทำงานต้องสะอาด
- ห้ามรับประทานอาหาร ไม่สูบบุหรี่ขณะปฏิบัติงาน และไม่ไอ / จามใส่สัตว์น้ำ

### น้ำใช้ และน้ำแข็ง

- น้ำใช้ และน้ำแข็งต้องทำจากน้ำสะอาด
- สถานที่เก็บหรือภาชนะที่บรรจุต้องอยู่ในสภาพดี สะอาด ถูกสุขลักษณะ ทำด้วยวัสดุ ปลอดภัย และทำความสะอาดง่าย
- มีการขนถ่ายน้ำแข็งอย่างถูกสุขลักษณะ

### การดูแลรักษาสัตว์น้ำ

- การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสัตว์น้ำ เช่น การคัดเลือก การบรรจุ การขนถ่าย ควรปฏิบัติด้วยความระมัดระวัง งดอมรักษา ไมโยนสัตว์น้ำ หลีกเลี่ยงการเหยียบย่ำบนสัตว์น้ำ ไม่ควรใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีลักษณะแหลมคมอันจะทำให้สัตว์น้ำเกิดความเสียหายได้
- ควรแช่เย็น หรือแช่แข็งสัตว์น้ำโดยเร็วที่สุด บรรจุสัตว์น้ำปริมาณที่เหมาะสมไม่แน่นจนเกินไปในภาชนะบรรจุที่สะอาดมีฝาปิดมิดชิด เพื่อป้องกันการปนเปื้อน รวมถึงป้องกันความร้อนจากแสงแดด หรือแหล่งความร้อนอื่น ๆ
- น้ำยาทำความสะอาด น้ำยาฆ่าเชื้อโรค ยาฆ่าแมลง น้ำมัน เสเปียงอาหาร และสารที่มีความเป็นพิษต่าง ๆ ต้องควบคุมเพื่อไม่ให้มีโอกาสปนเปื้อนในสัตว์น้ำได้ ต้องเก็บแยกในสถานที่ที่เป็นสัดส่วน และถูกสุขลักษณะ

### ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับเรือประมงที่มีเครื่องทำความเย็น

- ในกรณีที่มีการแช่แข็งสัตว์น้ำบนเรือ
 

กระบวนการแช่แข็งต้องมีประสิทธิภาพที่จะลดอุณหภูมิใจกลางสัตว์น้ำลงได้ตามอุณหภูมิที่กำหนดสำหรับการแช่แข็ง ห้องเย็นสำหรับเก็บ และแช่แข็งสัตว์น้ำต้องมีอุณหภูมิตามที่กำหนด สำหรับการเก็บรักษาสัตว์น้ำแช่แข็ง และควรติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ หรืออุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิในตำแหน่งที่อ่านได้ง่าย ชัดเจน มีการจดบันทึกอุณหภูมิ และมีบันทึกสำหรับการตรวจสอบ
- กรณีที่มีการแช่เย็นสัตว์น้ำโดยน้ำทะเลอุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิของสัตว์น้ำควรเท่ากับหรือน้อยกว่า 3 องศาเซลเซียสภายในเวลา 3 ชั่วโมง นับจากเริ่มแช่เย็น และควรมีอุณหภูมิเท่ากับ 0 องศาเซลเซียส ภายใน 16 ชั่วโมง มีบันทึกการควบคุมอุณหภูมิพร้อมสำหรับตรวจสอบ ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเค็มที่จะแทรกเข้าสู่เนื้อเยื่อ

## ลักษณะของปลาที่ตายแล้ว

ปลาจะมีลักษณะลำตัวแข็งทื่อ เมื่อมันตาย สภาพเช่นนี้ เรียกว่า “Rigor mortis” การปล่อยทิ้งให้ปลาทายในอุณหภูมิสูง หรือทิ้งไว้ให้ทรุนทราย เป็นการทำลายกล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่ออย่างรุนแรง กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อฉีกขาด คุณภาพความสดจะหายไปอย่างน่าเสียดาย วิธีที่ดีที่สุดก็คือ การทำให้ปลาได้รับความเย็นอย่างรวดเร็ว หลังจากจับได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อเสียหาย และยังรวมถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสัตว์น้ำที่จับได้

## ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสัตว์น้ำ

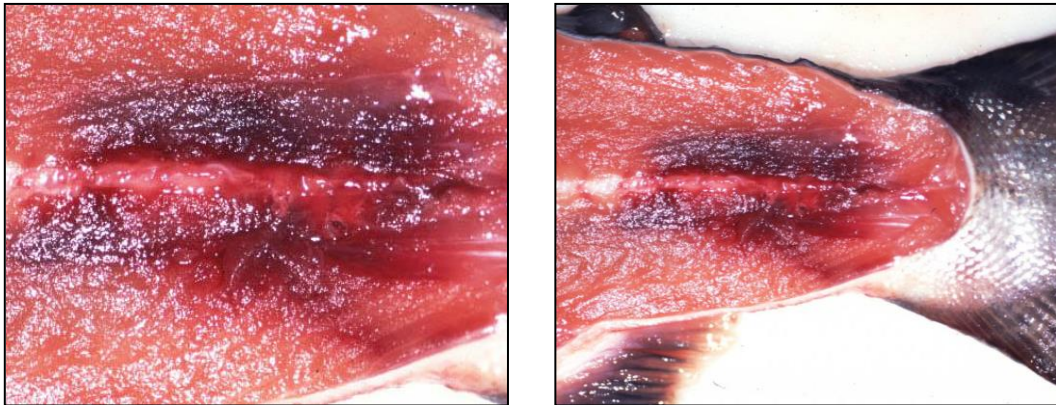
1. การเสื่อมของเอมไซม์ เอมไซม์เป็นสารเคมีที่มีความสำคัญ และจำเป็นขณะสัตว์น้ำยังมีชีวิต แต่หลังจากที่สัตว์น้ำตายแล้วเอมไซม์จะเริ่มปฏิกิริยาทำลายโปรตีนและความสด ดังรูปที่ 28 “ท้องแตก” มีสาเหตุจากการย่อยอาหารของเอมไซม์ ควรหลีกเลี่ยงการกระแทก กดทับ การโยน หรือเหยียบ ที่ทำให้ผิวหนังสัตว์น้ำเกิดแผลถลอก รอยขีด อุณหภูมิที่สูงจะขึ้นเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดการเร่งปฏิกิริยาการทำงานของเอมไซม์ ดังนั้น การเก็บรักษาสัตว์น้ำให้ได้รับความเย็นอย่างรวดเร็ว เช่น การดองในน้ำเย็น และการเก็บรักษาอย่างระมัดระวัง จึงเป็นกุญแจสำคัญในการควบคุมความเสียหายดังกล่าว



รูปที่ 29 การเสื่อมของเอมไซม์ “ท้องแตก”

2. การเน่าเสียหายโดยแบคทีเรีย ความเสียหายทางกายภาพของสัตว์น้ำเกือบทุกชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาเมื่อมีรอยครูดฟกซ้ำ จุดดังกล่าวจะเป็นจุดอ่อนซึ่งจะเน่าเสียหายจากแบคทีเรียต้นเหตุ เนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่ยังมีชีวิตจะมีสภาพดีและมีความสะอาด บริเวณภายนอกนั้นมีแบคทีเรียเป็นจำนวนมาก ภายหลังจากที่สัตว์น้ำตายแบคทีเรียจะเข้าทำลายบริเวณเนื้อซึ่งเป็นจุดอ่อน การลดการเน่าเสียหายโดยแบคทีเรีย คือการล้างทำความสะอาด ทั้งสัตว์น้ำอุปกรณ์เครื่องมือ ที่ใช้ในการเก็บรักษา และทำให้มีอุณหภูมิเย็นอย่างรวดเร็ว (ดองในน้ำเย็น) ทันทีที่จับได้

3. เนื้อชำ คั่งเลือด เกิดจากการตันทูลนทูลายกระทบกับของแข็ง หรือจับยกปลาขณะมีชีวิตด้วยความรุนแรง การโยน หรือเหยียบย่ำบนสัตว์น้ำ โดยเฉพาะสัตว์น้ำที่มีราคา ต้องมีวิธีปฏิบัติอย่างระมัดระวัง



รูปที่ 30 ลักษณะของความเสียหายที่เกิดจากการยกหรือลากปลาที่ทาง



รูปที่ 31 การพิจารณาคุณภาพ และความสดของทูน่า

จากรูปที่ 31 ตัวอย่างการพิจารณาคุณภาพความสดของทูน่า ทูน่าตัวที่ 2 (กลาง) มีคุณภาพ และราคา ถูกที่สุดเป็น 2 เท่าของตัวที่3 (ขวา) มีคุณภาพระดับเกรดเอ ส่วนตัวที่ 1 (ซ้าย) มีคุณภาพและราคาเป็นอันดับ สอง (เกรดบี) จากรูปที่ 32 ผู้ซื้อทูน่าจะพิจารณาคุณภาพ และความสดจากลักษณะเนื้อบริเวณหางเป็น องค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการกำหนดราคา ดังนั้น บริเวณส่วนหางของตัวที่1 และตัวที่2 มีอาการชำ เลือด สาเหตุอาจมาจากการตันทูลนทูลายขณะทำการประมง ระหว่างอยู่บนดาดฟ้า หรือปะทะกับของแข็ง ขณะยังมีชีวิตทำให้เกิดการฟกช้ำ การนำทูน่าลักษณะเช่นนี้ไปบริโภคจะมีกลิ่นคาวจัด เนื่องจากมีเลือดคั่งอยู่ใน เนื้อเยื่อ ในร้านอาหารชั้นนำ มักจะแล่เนื้อส่วนนี้ออก และที่สำคัญการตันทูลนทูลายทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ภายในเนื้อเยื่อ ส่งผลให้ทูน่าเสียรสชาติ จึงเป็นสาเหตุให้ทูน่าที่มีลักษณะเช่นนี้ขายไม่ได้ราคา ส่วนการ วิเคราะห์ความสด ตัวที่1 อยู่ในเกณฑ์ดีมีเนื้อเยื่อสดใส ส่วนตัวที่2 มีความสดไม่เหมาะสมกับการนำมาบริโภค แบบปลาดิบ (ซาซิมิ) เนื้อเยื่อฉีกขาดไม่สดใส แสดงว่าการจับ การเก็บรักษาทูน่าไม่ดี หรือได้รับความเย็นไม่ เพียงพอ หรืออาจปล่อยทิ้งไว้นานไม่ได้รับความเย็นก่อนนำไปเก็บรักษา ส่วนตัวที่3 เป็นทูน่าที่มีทั้งคุณภาพ

และความสดในระดับเกรดเอ นิยมนำไปรับประทานแบบสด หรือซาซิมิ ในร้านอาหารชั้นนำ ซึ่งทำให้เป็นที่ต้องการได้รับระดับราคาที่สูงพอใจ



รูปที่ 32 เปรียบเทียบระดับคุณภาพ และความสด ของทูน่าที่มีลักษณะเนื้อเยื่อที่ปรากฏแตกต่างกัน

4. กล้ามเนื้อฉีกขาด คือลักษณะโครงสร้างของกล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อมีรอยแยกขาดไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ดังรูปที่ 33 สาเหตุเกิดจากความทุรนทุรายของสัตว์น้ำขณะหรือก่อนนำขึ้นมาบนเรือ เช่นการทำประมงประเภทเบ็ดต่างๆ หรือการปล่อยให้สัตว์น้ำดิ้นทุรนทุรายบนเรือ การยก ดึง หรือการกระชากบริเวณส่วนหางอย่างรวดเร็วขณะที่สัตว์น้ำยังมีชีวิต เป็นสาเหตุสำคัญทำให้กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อฉีกขาดเสียหาย



รูปที่ 33 ลักษณะเนื้อเยื่อฉีกขาด

5. แผลถลอกและรอยครูดที่เกิดจาก การลาก การกด กระแทก กับของแข็ง ทั้งขณะที่สัตว์น้ำยังมีชีวิต และเมื่อสัตว์น้ำตายแล้ว โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นรอยครูด รอยขีดจะเป็นจุดอ่อนที่ทำให้สิ่งสกปรก เช่น แบคทีเรียสามารถแทรกซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อของสัตว์น้ำได้ง่าย จึงส่งผลให้คุณภาพความสดเสื่อมลงอย่างรวดเร็ว กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อนิ่มเหลว ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้เกิดกลิ่นเหม็น อายุของผลิตภัณฑ์ ระยะเวลาในการวางจำหน่าย และคุณภาพความสดลดลง

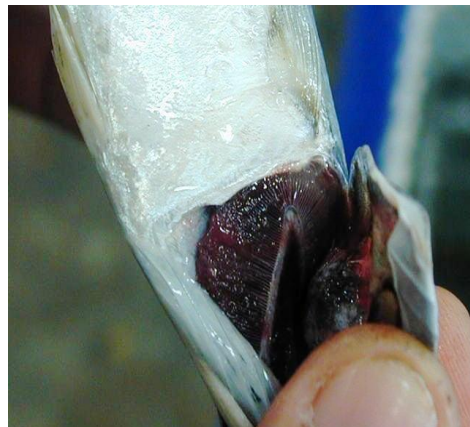
ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้พัฒนาถังดองสำหรับดองสัตว์น้ำด้วยเครื่องทำความเย็น ดังรูปที่ 34 เพื่อใช้ในการศึกษาทดลองการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ และเป็นต้นแบบในการดัดแปลงห้องจัดเก็บสัตว์น้ำบนเรือด้วยการดองในน้ำเย็น หรือการแช่แข็ง รวมถึงใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับการฝึกอบรมให้กับชาวประมงชายฝั่งขนาดเล็ก-ขนาดกลาง นิสิตและผู้สนใจในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นต้นแบบสำหรับส่งเสริมการเก็บรักษาคุณภาพ และความสดของสัตว์น้ำบนเรือ รวมถึงการรักษาความสดของสัตว์น้ำของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ระบบเครื่องทำความเย็น รูปที่ 34 ประกอบด้วย

1. ถังดองขนาด 200 ลิตรและท่อทำความเย็น
2. ระบบเครื่องทำความเย็นขนาด 3/4 แรงม้าหรือ ประมาณ 560 วัตต์
3. เครื่องสูบน้ำสำหรับไหลเวียนขนาด 1/4 แรงม้าหรือประมาณ 200 วัตต์
4. ระบบท่อและวาล์ว



รูปที่ 34 ถังซิลล์ หรือถังสำหรับดองสัตว์น้ำด้วยเครื่องทำความเย็น



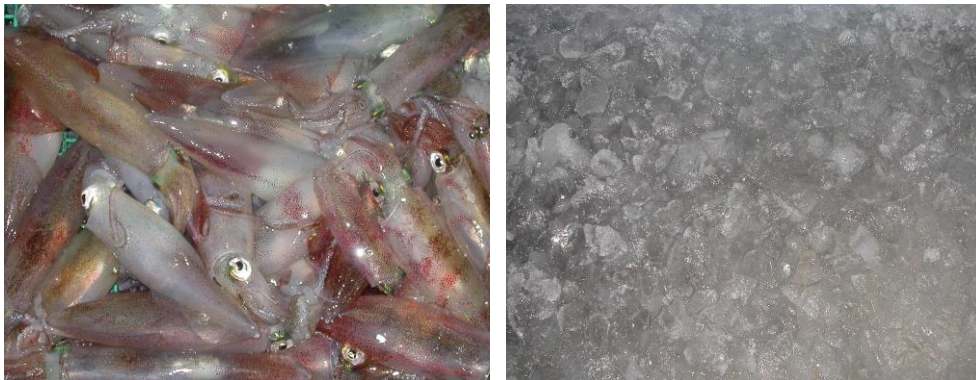
รูปที่ 35 ลักษณะของสัตว์น้ำที่ผ่านการดองในน้ำทะเลที่เย็นจัดเป็นเวลา 20 วัน



จากรูปที่ 35 การทดลองเก็บรักษาปลาหู และปลานิลจากตลาดสด ต. ปากน้ำ อ.เมือง จ. สมุทรปราการ เป็นสัตว์น้ำที่ใช้ในการทดลอง โดยการนำสัตว์น้ำดังกล่าวลงในน้ำทะเลที่เย็นจัด ด้วยระบบทำความเย็นรูปที่ 35 ที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 20 วัน จากการศึกษาทดลองพบว่า สัตว์น้ำยังคงสภาพ หรือมีสภาพภายนอกที่ปรากฏเช่นเดิม อยู่ในสภาพเย็นแต่ไม่เป็นน้ำแข็ง เมื่อนำไปประกอบอาหารเพื่อทดสอบรสชาติ พบว่ามีรสชาติดี ไม่มีรสเค็มแทรกเข้าสู่เนื้อเยื่อ การนำระบบดองสัตว์น้ำมาใช้สำหรับเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ โดยใช้น้ำจืด หรือสำหรับปลาน้ำจืด เพื่อให้การทำควมเย็นมีประสิทธิภาพสูง ควรใช้เกลือผสมในน้ำจืดประมาณ 2-3% ของน้ำหนักน้ำ บริเวณรอบๆ ท่อทำความเย็นน้ำจะไม่เป็นน้ำแข็ง เนื่องจากมีจุดเยือกแข็งต่ำกว่าน้ำจืด (น้ำจืด 1 ลิตรเท่ากับ 1 กิโลกรัม) ตัวอย่างเช่น น้ำจืด 10 ลิตรต้องใช้เกลือ 200 กรัมหรือ 2 ชีด ผสมลงในน้ำจืด จะได้น้ำที่มีระดับความเค็มเทียบเท่ากับน้ำทะเล

**ข้อควรระวัง** เพื่อป้องกันมิให้ความเค็มซึมเข้าเนื้อเยื่อจะต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำเย็นให้ต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ให้มีการไหลเวียน หรือกวนน้ำ และน้ำแข็งให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ

### การเก็บรักษาหมึก



รูปที่ 36 การเตรียมหมึกให้สะอาด และน้ำแข็งผสมกับน้ำทะเล

ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้ทำการศึกษาวิจัย การเก็บรักษาหมึกด้วยการเก็บรักษาด้วยน้ำแข็ง ดองน้ำทะเลผสมกับน้ำแข็งที่อุณหภูมิ -3 องศาเซลเซียส รวมถึงการดองโดยใช้ระบบเครื่องทำความเย็น และการแช่แข็งบนเรือ



รูปที่ 37 การดองหมึกด้วยตะกร้าในน้ำแข็งผสมกับน้ำทะเล

จากรูปที่ 37 จากการศึกษาทดลองการเก็บรักษาหมึกด้วยการดองในน้ำเย็น เริ่มจากเมื่อจับหมึกขึ้นมาบนเรือ ควรล้างทำความสะอาด เลือกลงขนาด แล้วบรรจุลงในภาชนะที่ใช้สำหรับดอง แล้วปล่อยให้หมึกหยุดการพ่นหมึก โดยสมบูรณ์ จากนั้นล้างทำความสะอาดหมึกที่พ่นออกมาอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำไปดองในน้ำแข็งผสมกับน้ำทะเลที่เย็นจัด (ภาชนะที่ใช้สำหรับดองควรมีฝาปิดและมีช่องระบาย เพื่อให้ให้น้ำสามารถถ่ายเทความเย็นได้ดี) การดองด้วยวิธีดังกล่าวนี้สามารถรักษาความเย็นให้มีความสดอย่างดียิ่งได้ประมาณ 5-7 ชั่วโมง จากนั้นประสิทธิภาพในการทำความเย็นจะเริ่มลดลงเนื่องจากการละลายของน้ำแข็ง ในกรณีที่ต้องการเก็บรักษาด้วยการดองเช่นนี้ตลอดระยะเวลาทำการประมง ควรมีการควบคุมความเค็ม อุณหภูมิอย่างสม่ำเสมอ เช่น การเพิ่มปริมาณน้ำแข็งเพื่อชดเชยการละลาย หรือมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเย็นเมื่อน้ำเย็นสกปรก หากไม่สามารถดำเนินการดังกล่าว ควรนำหมึกที่ดองในน้ำเย็นจนมีอุณหภูมิลดลงแล้วไปเก็บรักษาด้วยน้ำแข็งในห้องเย็น หรือนำไปแช่แข็งจนถึงฝั่ง รูปที่ 38 ลักษณะของหมึกที่ผ่านการดองด้วยน้ำเย็นเป็นเวลา 5 ชั่วโมง



รูปที่ 38 ลักษณะของหมึกที่ผ่านการดองในน้ำเย็นเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพความสดพบว่า หมึกที่ผ่านการดองในน้ำเย็นจะมีดัชนีความสด และการยอมรับทางสัมผัส (การทดสอบด้วยสายตา การดมกลิ่น และรับประทาน) ในระดับที่ดีกว่าหมึกที่ไม่ได้ผ่านการดองด้วยน้ำเย็น ส่วนหมึกที่นำไปเก็บรักษาด้วยการแช่แข็งหลังจากการดองในน้ำเย็นแล้ว ดังรูปที่ 39 จากผลการวิเคราะห์พบว่า มีดัชนีการยอมรับในระดับดีเยี่ยม



รูปที่ 39 หมึกที่เก็บรักษาด้วยการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส

## ผลการศึกษาวิจัย

1. วิธีการเก็บรักษาหมึกด้วยน้ำแข็งพบว่าในระยะเวลา 1 และ 2 วัน หมึกยังคงสภาพความสดไว้ได้โดยมีระดับคะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ในระดับ 9 และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 วัน ระดับคะแนนการยอมรับจะลดลงมาที่ระดับ 8 ในขณะที่เดียวกันผลการทดสอบการยอมรับทางเคมี (K-value%) ก็เพิ่มขึ้น (K-value% = 35.89, 25.55, และ 45.94 สำหรับระยะเวลาการเก็บรักษา 1, 2 และ 3 วัน ตามลำดับ) เมื่อยืดระยะเวลาการเก็บรักษาหมึกออกไปเป็น 10 วัน คุณภาพความสดของหมึกจะลดลงอย่างชัดเจน โดยมีระดับคะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ที่ระดับ 6-7 คะแนน และ K-value% เพิ่มขึ้นที่ระดับ 66.12 การเก็บรักษาโดยการใช้น้ำแข็งจึงเป็นวิธีเก็บรักษาความสดอย่างมีคุณภาพดีเยี่ยม และเป็นวิธีที่เหมาะสมกับเรือประมงขนาดเล็ก ระยะเวลาในการทำประมงใกล้ฝั่ง ระหว่าง 1-2 วัน

2. การเก็บโดยการนำไปตองในน้ำเย็น เป็นเวลา 3 ชม 5 ชม และ 7 ชม แล้วนำหมึกไปเก็บรักษาต่อด้วยน้ำแข็ง จากการวิเคราะห์ทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าคะแนนการยอมรับของการเก็บรักษา 1 และ 2 วัน อยู่ในระดับ 9 และในวันที่ 3 คะแนนการยอมรับจะลดเล็กน้อยลงมาอยู่ในระดับ 8.6 ถึง 8.95 คะแนน และเมื่อเก็บรักษาต่อไปจนครบ 10 วัน ระดับคะแนนการยอมรับจะลดลงเพียงเล็กน้อย กล่าวคือ สามารถรักษาคุณภาพต่อไปได้ โดยมีระดับคะแนนการยอมรับในระดับ 7-8 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเก็บด้วยน้ำแข็งที่ระยะเวลา 10 วัน การนำหมึกมาตองในน้ำเย็นจะมีคุณภาพดีกว่าการเก็บรักษาด้วยน้ำแข็งแต่เพียงอย่างเดียวสังเกตได้จากระดับคะแนนการยอมรับ และผลการทดสอบทางเคมี (K-value) ในระดับที่ดีกว่า กรรมวิธีการเก็บรักษานี้สามารถเก็บรักษาคุณภาพความสดของหมึกได้ดีกว่าและเก็บได้นานกว่า รวมถึงหมึกมีรูปทรงที่ดีกว่า การเก็บรักษาด้วยน้ำแข็งโดยไม่ผ่านกรรมวิธีการตองในน้ำเย็น วิธีนี้จึงเป็นวิธีการเก็บรักษาคุณภาพความสดของหมึกที่เหมาะสมสำหรับเรือประมงเล็กและขนาดกลางที่มีระยะเวลาการทำประมงระหว่าง 5-10 วัน การเก็บรักษาด้วยการแช่แข็ง เหมาะสำหรับเรือประมงที่มีระยะเวลาทำการประมงมากกว่า 2 สัปดาห์ ดังที่กล่าวมาแล้วเมื่อหมึกตองในน้ำเย็นจนได้อุณหภูมิจึงนำมาแช่แข็ง การแช่แข็งควรดำเนินการอย่างระมัดระวังและเร่งรีบเพื่อป้องกันการสูญเสียความเย็น ควรมีการจัดการด้านการจัดเก็บในห้องแช่แข็ง เช่นการจัดเรียง และจัดวาง ฉลากระยะเวลาการจับ

3. การเก็บโดยการนำไปตอง(ซีลล์)ในน้ำเย็นเป็นเวลา 3 ชม 5 ชม และ 7 ชม แล้วนำหมึกไปเก็บรักษาต่อด้วยการแช่แข็งสำหรับการเก็บในระยะเวลา 1 วัน 2 วัน 3 วัน และ 10 วัน ระดับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ในระดับ 9 และผลการทดสอบการยอมรับทางเคมี (K-value) ที่ได้อยู่ในเกณฑ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือ การเก็บรักษาหมึกด้วยการตองในน้ำเย็นแล้วนำมาแช่แข็งที่อุณหภูมิ ระหว่าง -25 ถึง -30 °C เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน สามารถรักษาและคงสภาพคุณภาพความสดของหมึกไว้ได้โดยมีคุณภาพเช่นเดียวกันกับหมึกสดที่จับได้ กรรมวิธีการเก็บรักษาด้วยการตองในน้ำเย็นแล้วนำไปแช่แข็งจึงเป็นวิธีการเก็บรักษาที่ดีที่สุดเหมาะสมกับเรือประมงขนาดกลางและประมงพาณิชย์ ที่มีระยะทำการใกล้ฝั่ง โดยสามารถเก็บรักษาคุณภาพความสดและคงคุณภาพความสดได้นานที่สุด

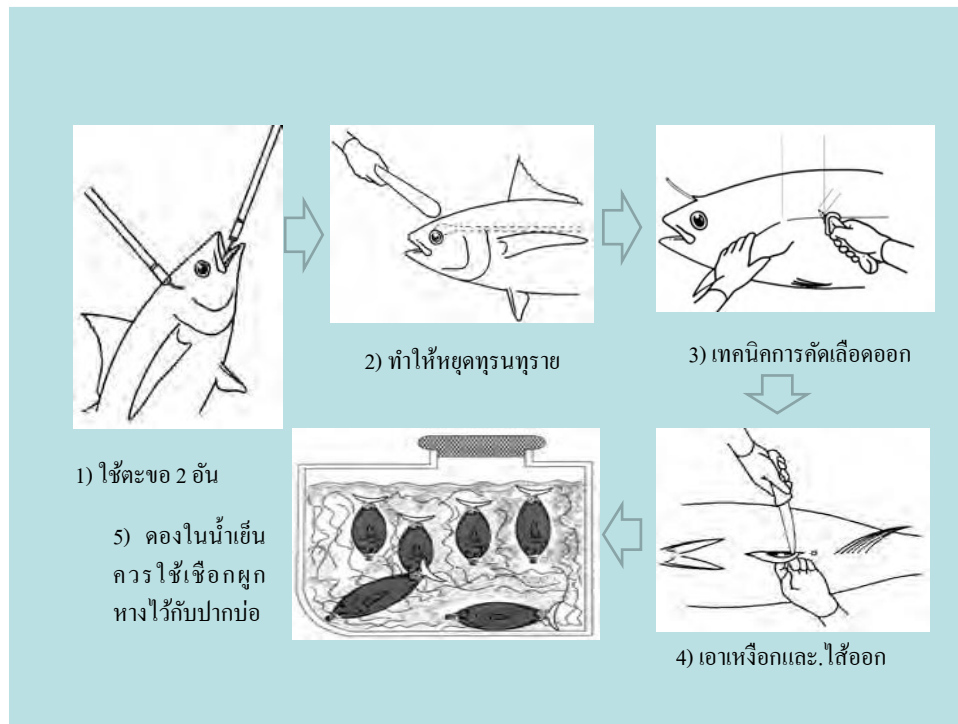
ประเภทของการทำประมงและการเก็บรักษาสัตว์น้ำที่เหมาะสม

ประเภทของเรือ, เครื่องมือประมง		ลักษณะการเก็บรักษา
เบ็ดราวทูน่า	ประมงน้ำลึก	RSW, ระบบแช่แข็งแบบลมเย็น
	ประมงชายฝั่ง	CSW และ เก็บรักษาด้วยน้ำแข็ง
เบ็ดตัก และเบ็ดมือ (ทูน่า)	ประมงน้ำลึก	ระบบแช่แข็งแบบลมเย็น
	ประมงชายฝั่ง	CSW หรือเก็บรักษาด้วยน้ำแข็ง
อวนลาก อวนรุน	ประมงน้ำลึก	RSW, ระบบแช่แข็งแบบลมเย็น
	ประมงชายฝั่ง	CSW และ เก็บรักษาด้วยน้ำแข็ง

อวนลากคู่		RSW และ ระบบแช่แข็งแบบลมเย็น
อวนล้อม	ประมงน้ำลึก	RSW และ ระบบแช่แข็งแบบลมเย็น หรือ ระบบ ไบรน์ และระบบแช่แข็ง
	Coastal	CSW และ เก็บรักษาด้วยน้ำแข็ง
การทำประมงหมึก แบบเบ็ดตักและเบ็ดมือ		CSW เก็บด้วยน้ำแข็ง หรือระบบแช่ แข็ง
อวนลอย, อวนจม, แหกลอบ หรือ แหยก		CSW หรือ เก็บด้วยน้ำแข็ง หรือ ระบบแช่แข็ง
เรือขนถ่ายสัตว์น้ำ		ระบบแช่แข็งแบบต่างๆ

ตารางที่ 7 ประเภทของเครื่องมือประมงและวิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสม

## วิธีปฏิบัติสำหรับการเก็บรักษาสัตว์น้ำขนาดใหญ่ (ทูน่า)



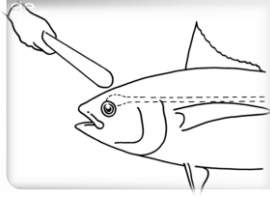
รูปที่ 40 วิธีปฏิบัติเพื่อให้ได้ทูน่าที่มีคุณภาพ



รูปที่ 41 วิธีควักเหงือก

## วิธีหยุดความทรมานทुरายของทูน่า

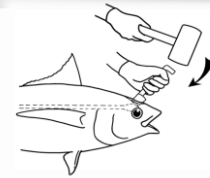
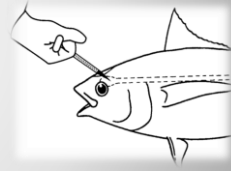
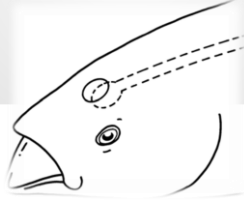
วิธีหยุดความทรมานทुरายของทูน่าที่มี



ใช้ไม้ทุบบริเวณสมอง



แสดงตำแหน่งที่เป็นจุดอ่อน



วิธีทำลายสมองและระบบสั่งการ  
ด้วยเหล็กแหลม

รูปที่ 42 วิธีหยุดความทรมานทुरายของทูน่า



รูปที่ 43 วิธีควักเครื่องใน เหยือก ทำความสะอาดช่องท้อง

## ฉลากสิ่งแวดล้อมเพื่อผลิตภัณฑ์สินค้าสัตว์น้ำ (Eco-labeling)

จากสถานการณ์การประมงในปัจจุบัน ที่มุ่งหวังจับสัตว์น้ำอย่างไม่มีขีดจำกัด ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรวมทั้งสัตว์น้ำชนิดอื่นที่ไม่ใช่สัตว์น้ำกลุ่มเป้าหมาย ทำให้หลายประเทศและหลายหน่วยงานทั่วโลกเริ่มหาวิธีและออกมาตรการต่างๆมาเพื่อบรรเทาสถานการณ์ดังกล่าว มาตรการหนึ่งที่เป็นประโยชน์ตั้งแต่กระบวนการจับ การผลิต และการขนส่งนั่นก็คือ การติดฉลากสิ่งแวดล้อม ฉลากสิ่งแวดล้อมอาจเป็นมาตรการใหม่ที่หลายคนไม่คุ้นเคย แต่ก็เป็มาตรการหนึ่งที่น่าจะก่อให้เกิดการทำประมงอย่างรับผิดชอบ เพราะทุกขั้นตอนในการผลิตจะต้องสามารถตรวจสอบได้ เช่น การได้มาของการจับสัตว์น้ำ โรงงานผลิตมีมาตรฐานหรือไม่ การขนส่งถูกวิธีหรือเปล่า เป็นต้น

**ฉลากสิ่งแวดล้อม** คือ ตราหรือสัญลักษณ์ที่ถูกรับรองโดยองค์กรอิสระที่เป็นที่ยอมรับและน่าเชื่อถือ เพื่อเป็นการยืนยันว่า สินค้าที่ได้รับฉลากสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการและขั้นตอนการผลิต รวมทั้งแหล่งที่มาได้มาของสัตว์น้ำที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม

**ประเภทของฉลากสิ่งแวดล้อม มี 3 ประเภท คือ**

**แบบที่ 1 คือ ฉลากสิ่งแวดล้อมที่อนุญาตให้ใช้โดยองค์กรอิสระหรือบุคคลที่ 3** โดยรับรองคุณลักษณะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เช่น จับสัตว์น้ำอย่างมีความรับผิดชอบ การประหยัดพลังงาน ความสามารถในการนำกลับมาใช้ได้ใหม่ เป็นสินค้าที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ เป็นต้น ซึ่งฉลากประเภทนี้อำนวยความสะดวกให้ผู้บริโภคในการเปรียบเทียบเลือกใช้สินค้าประเภทเดียวกัน แต่มีหลายข้อ

**แบบที่ 2 คือ ฉลากสิ่งแวดล้อมที่ผู้ผลิตเป็นผู้คิดขึ้นเอง** เพื่อเป็นการโฆษณา หรือประกาศว่าผลิตภัณฑ์ หรือบริการของตนไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เช่น ฝักปลอดสารพิษ ปลาเค็มปลอดสารพิษ เป็นต้น **แบบที่ 3 คือ ฉลากสิ่งแวดล้อมที่แสดงข้อมูลของผลิตภัณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อมในเชิงปริมาณ** เป็นฉลากที่คล้ายคลึงกับแบบที่ 1 คือรับรองหรือให้ใช้ตรา โดยบุคคลที่ 3 แต่เพิ่มรายละเอียดในด้านปริมาณ เช่น เครื่องปรับอากาศประหยัดไฟฟ้า ปีละกี่บาท ลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกปีละเท่าไร ใช้น้ำมันจับสัตว์น้ำน้อยลงเท่า เครื่องมือประมงที่ใช้ติดสัตว์น้ำที่ไม่ใช่เป้าหมาย หรือสัตว์น้ำใกล้สูญพันธุ์น้อยลงเท่าไร เช่น เบ็ดราวแบบกลม Circle Hook) เครื่องคัดแยกสัตว์น้ำวัยอ่อน (JTEDs) เป็นต้น

## หนังสืออ้างอิง

Y. Asai. Post harvest technology. SEAFDEC TRAINING DEPARTMENT Bangkok Thailand 1989

F.A.O. Document Fish handling [www.fao.org/docrep/oo3/r1076e/r1076e04.HTM](http://www.fao.org/docrep/oo3/r1076e/r1076e04.HTM)

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. Refrigeration and refrigerating equipment for marine use. Kanagawa International Fisheries Training Center, Japan

Sunwell seafood presentation [www.sunwell.com](http://www.sunwell.com)

Nguyen Huy Quang. 2005. Guidelines for Handling and Preservation of Fresh Fish for Further Processing in Vietnam. Fisheries Training Programme – United Nation University. 57pp.

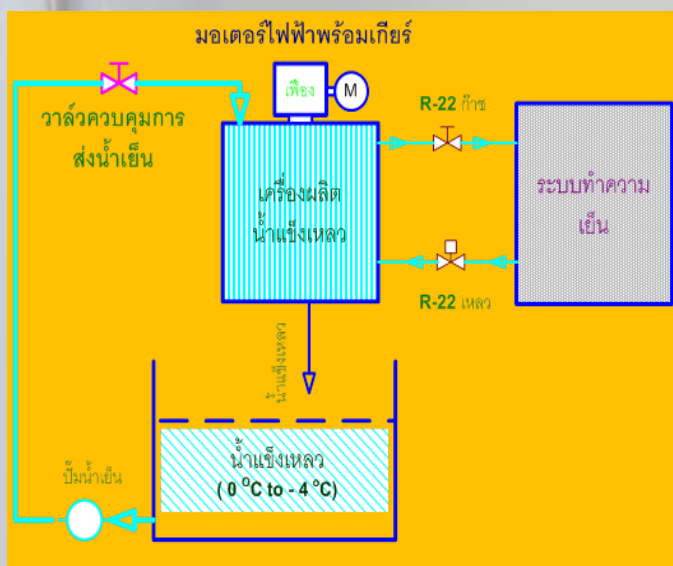




**SOUTHEAST ASIAN FISHERIES DEVELOPMENT CENTER  
TRAINING DEPARTMENT**

# การเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำด้วยน้ำแข็งเหลว (Preserving Marine Products with Seawater Sherbet)

การรักษาคุณภาพความสดของสัตว์น้ำที่จับได้ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสัตว์น้ำ การเก็บรักษาด้วยน้ำแข็งเหลว (slurry ice) เป็นการเก็บรักษาสัตว์น้ำอีกวิธีหนึ่ง ที่มีประสิทธิภาพในการทำมาเย็นดีกว่าการใช้น้ำแข็งถึง 2 เท่า เนื่องจากมีเกล็ดน้ำแข็งขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1-1 มม. จึงสามารถสัมผัสกับผิวสัตว์น้ำได้ดีกว่าน้ำแข็งก้อน จึงสามารถลดอุณหภูมิของสัตว์น้ำได้ดีกว่า ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ระบบทำความเย็นในระบบผลิตน้ำแข็งเหลวทำงานลดลง และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับระบบผลิตน้ำแข็งทั่วไป



## ประโยชน์ของการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำด้วยน้ำแข็งเหลว:

1. ลดอุณหภูมิสัตว์น้ำได้เร็ว เพราะน้ำแข็งเหลวมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับสัตว์น้ำมากกว่า การถ่ายเทความร้อนจึงดีกว่าการใช้น้ำแข็ง
2. มีส่วนผสมของน้ำและเกล็ดน้ำแข็ง จึงมีความสะดวกในการนำไปใช้ สามารถสูบลำได้งาย
3. สามารถใช้งานได้โดยตรงหรือระบายน้ำออก
4. สามารถผลิตได้บนเรือประมง



ติดต่อข้อมูลเพิ่มเติมที่:

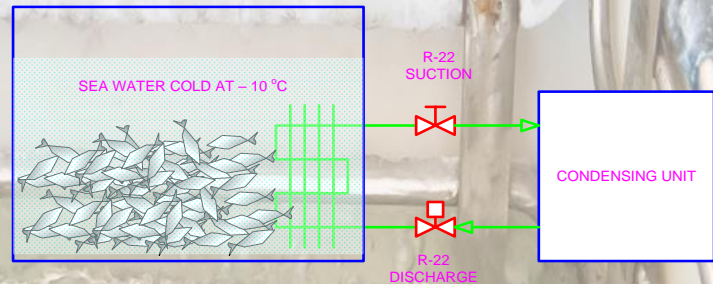
ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้/สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม  
จังหวัดสมุทรปราการ

โทร. (66)02-4256162, แฟกซ์ (66)02-4256100

<http://www.seafdec.or.th>

# การเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำด้วยน้ำแข็งผสมน้ำทะเล/น้ำทะเลเย็น (Preserving Marine Products with Chilled Seawater/Refrigerated Seawater)

เป็นการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำแบบใช้น้ำแข็งผสมน้ำทะเล หรือทำความเย็นน้ำทะเล ทำความเย็นใกล้เคียงหรือต่ำกว่าจุดเยือกแข็งเล็กน้อย เหมาะกับการลดอุณหภูมิของสัตว์น้ำอย่างรวดเร็ว ในกรณีที่ต้องการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำเป็นระยะเวลานาน น้ำแข็งมีการละลายอย่างต่อเนื่องส่งผลให้อุณหภูมิน้ำในถังสูงขึ้น ดังนั้นเพื่อรักษาให้อุณหภูมิใกล้เคียงกับจุดเยือกแข็ง จำเป็นต้องมีระบบทำความเย็นเพื่อรักษาอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ที่จุดเยือกแข็งตลอดเวลาเก็บสัตว์น้ำ



ประโยชน์ของการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำด้วยน้ำแข็งผสมน้ำทะเล/น้ำทะเลเย็น:

1. ลดอุณหภูมิของสัตว์น้ำใกล้เคียงกับจุดเยือกแข็งได้อย่างรวดเร็ว เหมาะกับการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำช่วงเวลานั้นๆ
2. เหมาะกับการเก็บปลาที่มีขนาดเล็กซึ่งไม่สามารถเก็บได้ด้วยน้ำแข็งโดยเฉพาะสัตว์น้ำที่ได้จากการทำประมงอวนล้อม



ติดต่อข้อมูลเพิ่มเติมที่:

ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้/สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม  
จังหวัดสมุทรปราการ

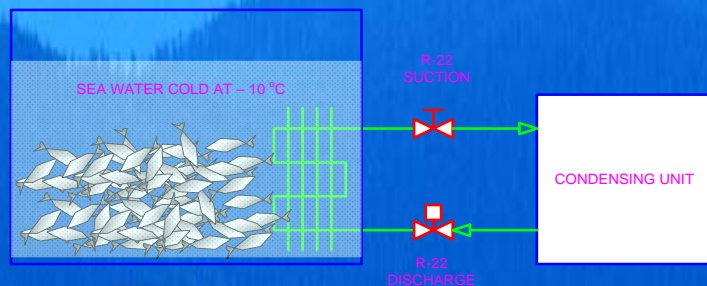
โทร. (66)02-4256162, แฟกซ์ (66)02-4256100

<http://www.seafdec.or.th>

# การเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำด้วยน้ำทะเลเย็น

## (Preserving Marine Products with Refrigerated Seawater)

เป็นการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำแบบใช้น้ำแข็งผสมน้ำทะเล ทำความเย็นใกล้เคียงหรือต่ำกว่าจุดเยือกแข็งเล็กน้อย เหมาะกับการลดอุณหภูมิของสัตว์น้ำอย่างรวดเร็ว ในกรณีที่ต้องการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำเป็นระยะเวลานาน น้ำแข็งมีการละลายอย่างต่อเนื่องส่งผลให้อุณหภูมิในถังเก็บสูงขึ้น ดังนั้นเพื่อรักษาให้อุณหภูมิใกล้เคียงกับจุดเยือกแข็ง จำเป็นต้องมีระบบทำความเย็นเพื่อใช้รักษาอุณหภูมิของการเก็บ



ประโยชน์ของการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำด้วยน้ำแข็งผสมน้ำทะเล:

1. ลดอุณหภูมิของสัตว์น้ำใกล้เคียงกับจุดเยือกแข็งได้อย่างรวดเร็ว เหมาะกับการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำช่วงเวลาสั้นๆ
2. เหมาะกับการเก็บปลาที่มีขนาดเล็กซึ่งไม่สามารถเก็บได้ด้วยน้ำแข็ง โดยเฉพาะสัตว์น้ำที่ได้จากการทำประมงอวนล้อม



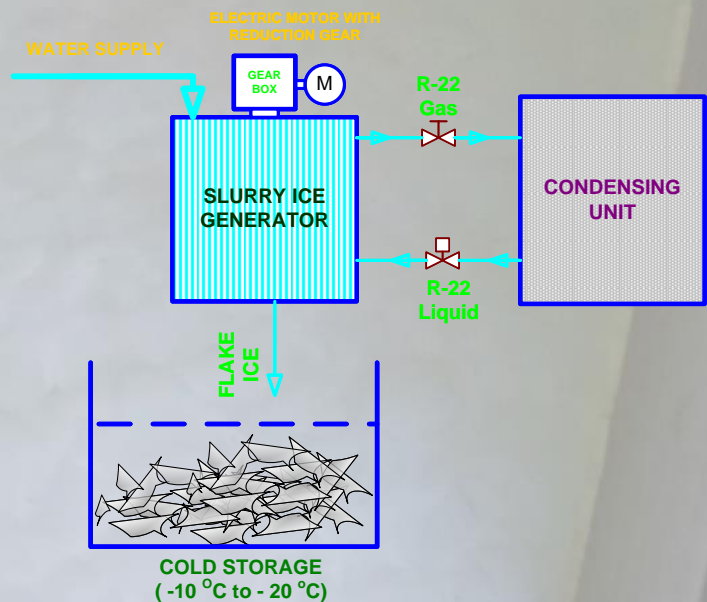
**For further information, please contact us at:**

Fishery Engineering Section/Capture Fisheries Technology Division  
Southeast Asian Fisheries Development Center/Training Department  
Samutprakarn, Thailand  
Tel. (66)02-4256162, Fax. (66)02-4256100  
Website: <http://www.seafdec.or.th>

# การเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำด้วยน้ำแข็งเกล็ด

## (Preserving Marine Products with Flake Ice)

การเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำด้วยน้ำแข็งเป็นวิธีการเก็บรักษาพื้นฐานที่ใช้กันมานาน การลดอุณหภูมิสัตว์น้ำไปที่จุดเยือกแข็ง ซึ่งเป็นสภาวะที่แบคทีเรียและจุลินทรีย์มีอัตราการเติบโตเพื่อย่อยสลายลดลง ทำให้อัตราการเน่าเสียของสัตว์น้ำลดลง น้ำแข็งที่ใช้ในการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำมี 4 ลักษณะคือ น้ำแข็งเกล็ด น้ำแข็งแผ่น กระจบอกน้ำแข็ง และน้ำแข็งก้อน ซึ่งน้ำแข็งเกล็ดจะมีคุณสมบัติในการทำความเย็นดีกว่าน้ำแข็งชนิดอื่น เนื่องจากน้ำแข็งเกล็ดผลิตแล้วสามารถใช้ได้เลยไม่ต้องผ่านกระบวนการบดอีก มีเนื้อน้ำแข็งและการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากความหนาแน่นของน้ำแข็งเกล็ดต่ำจึงไม่กดทับหรือทำให้รูปร่างสัตว์น้ำเปลี่ยนแปลงและมีความสามารถในการทำความเย็นดีกว่าน้ำแข็งชนิดอื่นเพราะละลายได้เร็วกว่า



ประโยชน์ของการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำด้วยน้ำแข็งเกล็ด:

1. ความหนาแน่นต่ำทำให้สามารถบรรจุน้ำแข็งได้ในปริมาณที่มากกว่าน้ำแข็งชนิดอื่น
2. มีความสามารถในการทำความเย็นดีกว่าน้ำแข็งชนิดอื่น
3. เนื่องจากความหนาแน่นต่ำทำให้น้ำหนักเบา จึงมีการกดทับสัตว์น้ำน้อยกว่าน้ำแข็งชนิดอื่น



ติดต่อข้อมูลเพิ่มเติมที่:

ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้/สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม  
จังหวัดสมุทรปราการ

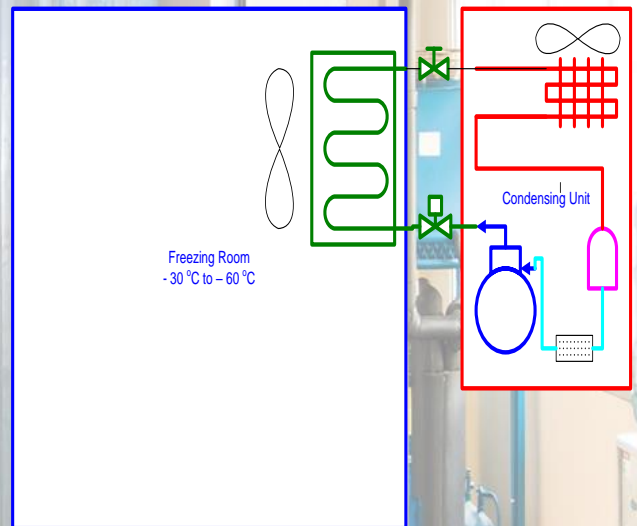
โทร. (66)02-4256162, แฟกซ์ (66)02-4256100

<http://www.seafdec.or.th>

# การเก็บคุณภาพสัตว์น้ำด้วยการแช่แข็ง

## (Preserving Marine Products by Freezing Process)

การเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำด้วยการแช่แข็งสามารถเก็บได้นานมากกว่า 1 ปี และมีตลาดรองรับอย่างกว้างขวาง เหตุผลที่การเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำด้วยวิธีการแช่แข็งเก็บได้นานเพราะ แบคทีเรียจะหยุดการย่อยสลายที่อุณหภูมิต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส และสัตว์น้ำที่เก็บรักษาคุณภาพด้วยวิธีนี้มีการเปลี่ยนแปลงทางคุณค่าทางโภชนาการในอัตราที่ต่ำมาก ซึ่งเกิดขึ้นจากการออกซิเดชันของไขมันในสัตว์น้ำและการสูญเสียความชื้นภายในเซลล์ระหว่างการลดอุณหภูมิสัตว์น้ำให้ต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส



ข้อดีของการรักษาคุณภาพสัตว์น้ำด้วยการแช่แข็ง:

1. มีระยะเวลาในการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำได้นานมาก
2. คุณภาพสัตว์น้ำที่เก็บรักษาด้วยวิธีนี้มีการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการน้อยกว่าวิธีการเก็บรักษาคุณภาพด้วยวิธีอื่นๆ



ติดต่อข้อมูลเพิ่มเติมที่:

ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้/สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม  
จังหวัดสมุทรปราการ

โทร. (66)02-4256162, แฟกซ์ (66)02-4256100

<http://www.seafdec.or.th>