



การใช้น้ำแข็งในการเก็บรักษาสัตว์น้ำ

โดย สุภาพร ศติปภาโชติมา

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการวัตถุดิบสัตว์น้ำ

กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง

พฤษภาคม 2563

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าสัตว์น้ำเน่าเสียง่ายกว่าเนื้อสัตว์อื่น ๆ จึงจำเป็นต้องรู้จักวิธีการดูแลรักษาสัตว์น้ำเพื่อให้คงคุณค่าทางอาหาร และใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า เพราะหลังจากสัตว์น้ำตายแบคทีเรียและเอ็นไซม์ที่มีอยู่ในตัวสัตว์น้ำจะเริ่มย่อยสลายเนื้อเยื่อทำให้เสื่อมสภาพโดยเฉพาะอวัยวะที่อยู่บริเวณกระเพาะอาหาร เช่น ท้องปลาหรือหัวกุ้ง จะเกิดการย่อยสลายและเน่าเสียได้ง่าย โดยการเน่าเสียเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและปริมาณแบคทีเรียที่สัตว์น้ำเหล่านั้นสัมผัสอยู่ ดังนั้น วิธีการป้องกันหรือชะลอการเน่าเสียของสัตว์น้ำให้ช้าลง จึงต้องดูแลรักษาสัตว์น้ำด้วยวิธีการที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณแบคทีเรีย และลดอุณหภูมิของสัตว์น้ำให้ต่ำลง ซึ่งจะทำให้การทำงานของน้ำย่อยช้าลง และทำให้จุลินทรีย์หยุดการเจริญเติบโต หรือเจริญเติบโตช้าลง ส่งผลให้สัตว์น้ำเกิดการเสื่อมคุณภาพหรือเน่าเสียช้าลง วิธีการที่นิยมและง่ายในการดูแลรักษาสัตว์น้ำสด คือ การดูแลรักษาสัตว์น้ำด้วยความเย็นจากการใช้น้ำแข็งนั่นเอง เป็นวิธีที่ใช้กันมาตั้งแต่ดั้งเดิม ซึ่งมีประสิทธิภาพในการดูแลรักษาคุณภาพของสัตว์น้ำสดได้ดีในระดับหนึ่ง

หลักการแช่เย็นสัตว์น้ำด้วยน้ำแข็ง

ปัจจุบันน้ำแข็งที่ผลิตใช้ทั่วไปกับสัตว์น้ำมีหลายรูปแบบ เช่น ลักษณะเป็นก้อนทรงสี่เหลี่ยม (Block) เป็นเกล็ด (Flake) และน้ำแข็งบดหรือโม้ ประสิทธิภาพในการให้ความเย็นของน้ำแข็งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและรูปร่างของน้ำแข็ง โดยน้ำแข็งที่ผลิตเสร็จใหม่ ๆ อาจมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (0°C) เล็กน้อย น้ำแข็งที่ผลิตจากน้ำสะอาดและยังไม่ผ่านการใช้งานก็จะมีประสิทธิภาพในการให้ความเย็นได้ดีกว่าการนำน้ำแข็งที่ใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำ ซึ่งนอกจากประสิทธิภาพในการให้ความเย็นลดลงแล้วยังเป็นการเพิ่มสิ่งปนเปื้อนให้กับสัตว์น้ำอีกด้วย ส่วนลักษณะรูปร่างของน้ำแข็งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้งาน หากนำมาใช้บรรจุสัตว์น้ำควรเลือกใช้ลักษณะน้ำแข็งที่มีพื้นผิวสัมผัสได้ดีกับสัตว์น้ำ จึงจะมีประสิทธิภาพทำให้อุณหภูมิ

ของสัตว์น้ำลดลงได้เร็ว ซึ่งจะส่งผลให้คุณภาพของสัตว์น้ำเสื่อมเสียได้ช้าลง เช่น น้ำแข็งเกล็ดหรือน้ำแข็งบดที่มีก้อนขนาดเล็ก

เมื่อบรรจุสัตว์น้ำด้วยน้ำแข็งแล้ว ความร้อนจากภายนอกจะถ่ายเทไปยังภาชนะที่ใช้บรรจุซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า ความร้อนจะถูกดูดซับไว้ด้วยภาชนะบรรจุแล้วปล่อยความร้อนแฝงออกมาทำให้น้ำแข็งละลาย เมื่อน้ำแข็งละลายจะไหลผ่านตัวปลาทำให้ตัวปลาเย็นลง น้ำแข็งที่ละลายเป็นน้ำนั้นจะเย็นขึ้นอีกเมื่อสัมผัสกับน้ำแข็งที่ยังเหลือ ซึ่งเมื่อสัมผัสกับปลาก็จะทำให้ปลาเย็นยิ่งขึ้นไปอีก อย่างไรก็ตามการทำให้ปลาเย็นลงได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้นกับปริมาณน้ำแข็งที่ใช้ต้องเหมาะสมด้วย ปริมาณน้ำแข็งที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิของปลาให้เป็น 0°C สามารถคำนวณได้โดยอาศัยหลักการความร้อนที่เพิ่มขึ้น เท่ากับความร้อนที่ลดลง ตามสมการ (Graham *et al.*, 1993)

$$Q = mst \quad \text{หรือ} \quad Q = mL$$

โดย Q = ความร้อนที่ต้องการดึงออก (kcal)
 m = น้ำหนักของสิ่งที่ต้องการลดอุณหภูมิ (kg)
 s = ความร้อนจำเพาะ
 t = อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ($^{\circ}\text{C}$)
 L = ความร้อนแฝง (kcal)

L คือ ความร้อนแฝง (Latent heat) เป็นความร้อนที่ต้องการใช้ในการเปลี่ยนสถานะของแข็งเป็นของเหลว ซึ่งต้องใช้ความร้อน 80 kcal ในการทำให้น้ำแข็งที่ 0°C ปริมาณ 1 kg ละลายเป็นน้ำหมดที่ 0°C

s คือ ความร้อนจำเพาะ (Specific heat) เช่น ความร้อนจำเพาะของน้ำ = 1, น้ำแข็ง = 0.5, พลาสติก = 0.98 หรือ 1 และปลาแช่แข็ง = 0.4

$$\text{ดังนั้น} \quad mst = mL$$

ตัวอย่างเช่น ต้องการคำนวณปริมาณน้ำแข็งที่ทำให้ปลาสด น้ำหนัก 1 kg จากอุณหภูมิเริ่มต้น 25°C ให้ ลดลงเป็นอุณหภูมิ 0°C

$$m_{1st} = m_2L$$

โดย m_1 = น้ำหนักปลาที่ต้องการลดอุณหภูมิ (kg)
 m_2 = น้ำหนักน้ำแข็งที่ต้องใช้ (kg)

แทนค่าในสมการ

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักปลา} \times 1 \times 25 &= \text{น้ำหนักน้ำแข็ง} \times 80 \\ \text{ความร้อนที่ต้องการดึงออก} &= 10 \times 1 \times 25 = 250 \text{ kcal} \\ \text{น้ำหนักน้ำแข็งที่ต้องใช้} &= 250/80 = 3.12 \text{ kg} \end{aligned}$$

ปริมาณน้ำแข็งที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิของสัตว์ น้ำปริมาณต่าง ๆ จากอุณหภูมิเริ่มต้นแตกต่างกันให้ลด อุณหภูมิลงเป็น 0°C ดังแสดงเป็นตัวอย่างในตารางที่ 1 (กอง พัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, 2547)

ตารางที่ 1 ตัวอย่างน้ำหนักน้ำแข็ง (Kg) ที่ต้องใช้ในการลด อุณหภูมิของปลาที่มีอุณหภูมิต่าง ๆ ให้เป็น 0°C

น้ำหนัก ปลา (kg)	น้ำหนักน้ำแข็ง (kg) ที่ต้องใช้ ตามอุณหภูมิเริ่มต้นของปลา					
	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
5	0.312	0.625	0.938	1.250	1.563	1.875
10	0.625	1.250	1.875	2.500	3.125	3.750
15	0.938	1.875	2.813	3.750	4.688	5.625
20	1.250	2.500	3.750	5.000	6.250	7.500
25	1.563	3.125	4.688	6.250	7.813	9.375
30	1.875	3.750	5.625	7.500	9.375	11.250
35	2.188	4.375	6.563	8.750	10.938	13.125
40	2.500	5.000	7.500	10.000	12.500	15.000

ตัวอย่างจากตารางที่ 1 เช่น หากต้องการลดอุณหภูมิ ปลาน้ำหนัก 20 kg จากอุณหภูมิเริ่มต้น 25 °C ให้เป็นอุณหภูมิ 0 °C ต้องใช้ปริมาณน้ำแข็ง 6.250 kg จะเห็นได้ว่าปริมาณ น้ำแข็งที่ได้จากการคำนวณเป็นปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับ ปริมาณของปลาหรือสัตว์น้ำที่ต้องการลดอุณหภูมิ เนื่องจาก เป็นปริมาณน้ำแข็งที่ใช้เฉพาะในการดึงอุณหภูมิของสัตว์น้ำที่ อุณหภูมินั้น ๆ ให้ลดลงมาอยู่ที่อุณหภูมิ 0 °C โดยปริมาณ น้ำแข็งที่คำนวณได้นี้จะถูกละลายกลายเป็นน้ำที่ 0 °C จนหมด แต่ในความเป็นจริงยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องอีกในการ เก็บรักษาสัตว์น้ำนั้น นอกจากปริมาณน้ำแข็งที่ต้องใช้ในการ

ทำให้สัตว์น้ำมีอุณหภูมิลดลงเป็น 0 °C แล้ว ยังต้องสูญเสีย น้ำแข็งให้กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อรักษา อุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุสัตว์น้ำนั้นอีกด้วย ในทางปฏิบัติ จึงต้องใช้น้ำแข็งในปริมาณที่มากขึ้นกว่าในตาราง โดยมี สมการในการคำนวณปริมาณน้ำแข็งที่ต้องใช้เพื่อรักษา อุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุให้เป็น 0 °C ดังสมการ (Graham *et al.*, 1993)

$$U = L \times M_i/A \times (T_e - T_i)$$

โดย U = สัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนทั้งหมด (kcal/ชั่วโมง.ม³.°C)

L = ความร้อนแฝงของน้ำแข็ง (80 kcal/kg)

M_i = ปริมาณน้ำแข็งที่สูญเสียให้กับสิ่งแวดล้อม (kg) ในเวลา 1 ชั่วโมง

A = พื้นผิวทั้งหมดของภาชนะที่ใช้ในการบรรจุ สัตว์น้ำ (ม³)

T_e = อุณหภูมิภายนอกภาชนะบรรจุ (°C)

T_i = อุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุ (0 °C)

เมื่อกำหนดให้อุณหภูมิภายนอกมีค่าคงที่ตลอดเวลา ก็จะ สามารถคำนวณหาปริมาณน้ำแข็งที่ต้องใช้ทั้งหมด ซึ่งรวมถึงให้มี ปริมาณน้ำแข็งเหลืออยู่หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาในการเก็บรักษา สัตว์น้ำแล้ว จากสมการ (Graham *et al.*, 1993)

$$M_{is} = M_{io} - (U \times A \times T_e/L) \times T$$

โดย M_{is} = ปริมาณน้ำแข็งที่ต้องการให้เหลืออยู่หลังจาก เวลาผ่านไป T ชั่วโมง (kg)

M_{io} = ปริมาณน้ำแข็งทั้งหมดที่ต้องใช้ (kg)

A = พื้นผิวทั้งหมดของภาชนะที่ใช้ในการเก็บรักษา สัตว์น้ำ (ม³)

T_e = อุณหภูมิภายนอกภาชนะบรรจุ (°C)

L = ความร้อนแฝงของน้ำแข็ง (80 kcal/kg)

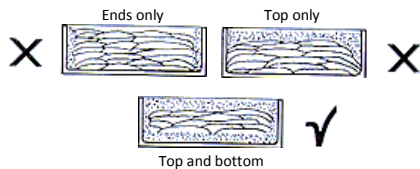
T_i = อุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุ (0 °C)

T = ระยะเวลาในการเก็บรักษา (ชั่วโมง)

จากการคำนวณจะทราบปริมาณน้ำแข็งที่ต้องใช้ในการเก็บรักษาสัตว์น้ำนั้น ในระยะเวลาที่ต้องการเก็บ จากปริมาณน้ำแข็งที่ต้องการลดอุณหภูมิของสัตว์น้ำรวมกับปริมาณน้ำแข็งที่ต้องใช้ในการรักษาอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุ ซึ่งสามารถระบุได้ว่าหลังจากสิ้นสุดระยะเวลาในการเก็บรักษาแล้ว ต้องการให้มีปริมาณน้ำแข็งเหลืออยู่อีกเท่าใด เพื่อไม่ให้สิ้นเปลืองน้ำแข็ง แต่ในทางปฏิบัติแล้วส่วนใหญ่จะใช้อัตราส่วนที่มีการแนะนำให้ใช้โดยทั่วไปสำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นเมืองร้อน คือ อัตราส่วนน้ำแข็งต่อสัตว์น้ำประมาณ 1:1 โดยน้ำหนัก หรือหากในสภาพอากาศเย็นหรือเป็นสัตว์น้ำมีความเย็นอยู่บ้างแล้ว ก็สามารถใช้อัตราส่วน 1:2 ในการเก็บรักษาได้

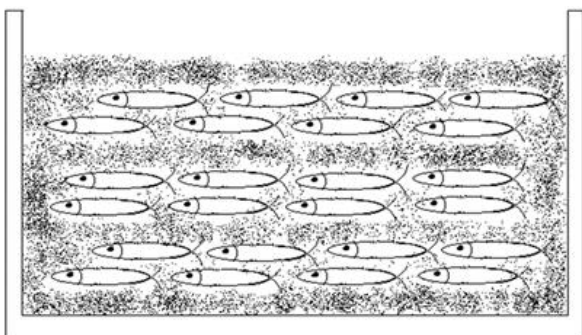
ข้อควรคำนึงในการบรรจุสัตว์น้ำในน้ำแข็ง

ลักษณะการบรรจุน้ำแข็งกับสัตว์น้ำ เป็นส่วนสำคัญในการลดอุณหภูมิปลาอย่างมีประสิทธิภาพ ควรให้น้ำแข็งอยู่รอบด้านของสัตว์น้ำเพื่อให้เย็นได้เร็วทั่วถึง จึงควรบรรจุสัตว์น้ำสลับกับน้ำแข็งเป็นชั้น ๆ ดังภาพ และไม่ควรให้ชั้นของสัตว์น้ำหนาเกินไป เพราะจะใช้เวลานานในการทำให้อุณหภูมิในจุดกึ่งกลางของสัตว์น้ำลดลงมาใกล้ 0 °C



การใส่น้ำแข็งที่ถูกต้อง

ที่มา : Graham *et al.*, 1993)



การบรรจุสัตว์น้ำเป็นชั้น ๆ สลับกับน้ำแข็ง

ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิของสัตว์น้ำเพื่อให้จุดกึ่งกลางของสัตว์น้ำมีอุณหภูมิใกล้เคียง 0 °C นั้น ตัวอย่างเช่น ถ้าบรรจุสัตว์น้ำให้ชั้นมีความหนา 4 cm ใช้ระยะเวลาประมาณ 5 ชม. ในการลดอุณหภูมิจุดกึ่งกลางจาก 25 °C ลดเป็น 1 °C หากความหนาของชั้นสัตว์น้ำเพิ่มมากขึ้นเป็น 20 cm จะต้องใช้ระยะเวลาถึง 125 ชม. ในการลดอุณหภูมิจุดกึ่งกลางจาก 25 °C ลดเป็น 1 °C ดังแสดงในตารางที่ 2 (Ninan, 2018 cited after Clucas and Ward, 1996) ซึ่งหากใช้เวลานาน สัตว์น้ำบริเวณที่อุณหภูมิลดลงช้าจะเกิดการเสื่อมคุณภาพได้เร็วกว่าบริเวณอื่น

ตารางที่ 2 ระยะเวลาการทำความเย็นให้ปลาลดอุณหภูมิจุดกึ่งกลาง

ความหนาของชั้นปลา (cm)	ระยะเวลาในการลดจาก 25 °C เป็น 1 °C (ชม.)
1	0.33
2	1.25
4	5.00
10	31.25
20	125.00

ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเน่าเสียของสัตว์น้ำแช่เย็น

การเน่าเสียของสัตว์น้ำจะเกิดขึ้นเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก ดังนี้

1. อุณหภูมิ

อุณหภูมิสูงจะเพิ่มอัตราการเน่าเสียของสัตว์น้ำ และอุณหภูมิต่ำจะทำให้อัตราการเน่าเสียต่ำลง ในทำนองเดียวกัน ถ้าอุณหภูมิของสัตว์น้ำสดต่ำ การสูญเสียคุณภาพจะช้าลง กิจกรรมการเน่าเสียจะถูกยับยั้ง โดยทั่วไปอัตราการสูญเสียคุณภาพของสัตว์น้ำเมื่อเก็บในน้ำแข็ง (0 °C) ถูกใช้เป็นฐานในการเปรียบเทียบอายุการเก็บที่อุณหภูมิแตกต่างกัน เช่น ปลาโมงที่เก็บรักษาในน้ำแข็งที่ 0 °C จะเก็บได้นาน 13 วัน แต่หากเก็บรักษาที่ 28 °C จะเก็บได้เพียง 1 วันเท่านั้น (วลัยและสุภาพร, 2551)

2. ความเสียหายทางกายภาพ

สัตว์น้ำมีสภาพนิ่มและเสียหายง่าย หากมีการดูแลไม่ดี จะเกิดการบอบช้ำทำให้เกิดการปนเปื้อนของเนื้อปลาจากแบคทีเรียและเอ็นไซม์ที่ปล่อยออกมา เป็นการเพิ่มอัตราการเน่าเสียให้เร็วขึ้น นอกจากนี้การดูแลโดยไม่ระมัดระวังยังอาจทำให้ไส้พุงหรือกระเพาะอาหารแตก และแบคทีเรียที่มีอยู่ภายในแพร่กระจายเข้าไปในเนื้อปลา ทำให้สัตว์น้ำเกิดการเน่าเสียได้เร็วขึ้น

3. ปัจจัยภายในตัวสัตว์น้ำ

ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเน่าเสียที่มาจากตัวของสัตว์น้ำเอง ดังตารางที่ 3 เช่น สัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กเน่าเสียได้เร็วกว่าสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่ หรือปลาที่มีปริมาณไขมันสูงจะเน่าเสียได้เร็วกว่าปลาที่มีปริมาณไขมันต่ำ

ทั้งนี้ อายุการเก็บรักษาของสัตว์น้ำแช่เย็น ถูกกำหนดโดยการประเมินทางประสาทสัมผัสเป็นหลักซึ่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น องค์ประกอบทางเคมีของสัตว์น้ำ ปริมาณการปนเปื้อนจุลินทรีย์ และประเภทของจุลินทรีย์ที่มีในสัตว์น้ำ

ตารางที่ 3 ปัจจัยภายในตัวสัตว์น้ำที่ส่งผลต่ออัตราการเน่าเสีย

ปัจจัย	อัตราการเน่าเสียของปลาในน้ำแข็ง	
	ช้า	เร็ว
รูปร่าง	แบน	กลม
ขนาด	ใหญ่	เล็ก
ปริมาณไขมันในเนื้อ	ต่ำ	สูง
ลักษณะหนัง	หนา	บาง

ที่มา: (Ninan, 2018 cited after Huss, 1995)

ดังนั้น การดูแลรักษาสัตว์น้ำสด จึงควรมีการปฏิบัติอย่างถูกสุขลักษณะ หลังจากได้สัตว์น้ำมาควรล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อลดสิ่งปนเปื้อน และนำสัตว์น้ำมาทำให้เย็นโดยเร็ว โดยการใช้น้ำแข็งที่สะอาด เพื่อลดอุณหภูมิของสัตว์น้ำลงและรักษาอุณหภูมิให้ใกล้เคียง 0 °C การเริ่มต้นใส่น้ำแข็ง ยิ่งใส่น้ำแข็งเร็ว การเน่าเสียจะเกิดช้าลง แต่ถ้าหากชะลอเวลาการใส่น้ำแข็งให้นานออกไป การเน่าเสียจะเกิดเร็วขึ้น และทำให้เก็บรักษาสัตว์น้ำได้ไม่นาน ส่วนน้ำแข็งที่ใช้ต้องทำจากน้ำสะอาด มีภาชนะรองรับ เก็บในที่สะอาด การใช้น้ำแข็งในการเก็บรักษา สัตว์น้ำ เมื่อน้ำแข็งละลายจะช่วยให้การชะล้างสัตว์น้ำได้ด้วย แต่ภาชนะที่ใช้บรรจุต้องมีรูเพื่อระบายน้ำออก ไม่เช่นนั้นจะเกิดการหมักหมมของสัตว์น้ำได้

เอกสารอ้างอิง

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2547. คู่มือการดูแลรักษา สัตว์น้ำที่สถานขายปลีกรัตว์น้ำ. 68 หน้า.

วลัย คล้ายยา และ สุภาพร สิริมานุยุตต์. 2551. การ พัฒนาการเก็บรักษาคุณภาพความสดของปลาโฌง (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880). เอกสาร วิชาการฉบับที่ 14 /2551. กองพัฒนาอุตสาหกรรม สัตว์น้ำ, กรมประมง. 33 หน้า.

Graham J, Johnston W.A. and Nicholson F. J. 1993. Ice in fisheries. Fisheries. Technical paper. No. 331. Rome, FAO. 75 p.

Ninan George. 2018. Handling and Chilled Storage of Fish and Shell Fish. *ICAR-Central Institute of Fisheries Technology*. pp 20-26. Available source: https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/20324/1/4_Handling%20and%20chilled%20storage%20of%20fish%20and%20shell%20fish.pdf August 25, 2020.