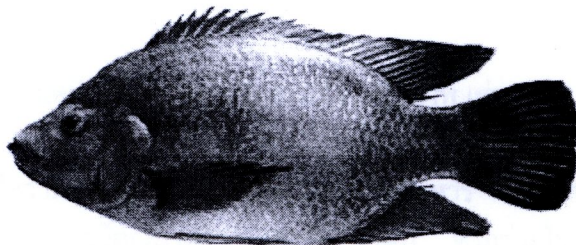


เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปลาทับทิมหรือปลานิลสีแดง (Thai Red Tilapia)



ภาพที่ 1 ปลาทับทิม
ที่มา: กรมประมง (2552)

ปลาทับทิมหรือปลานิลสีแดง (Thai Red Tilapia) เป็นปลาที่มีการคัดสายพันธุ์มาจากปลาพันธุ์ลูกผสมระหว่างปลานิลกับปลาหมอเทศ (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus*) จัดเป็นปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่นิยมเลี้ยงกันมาก และเป็นปลาที่ตลาดต่างประเทศมีความต้องการอย่างสูง เช่น ตลาดในเอเชียอาคเนย์ มาเลเซีย สิงคโปร์และบรูไน นอกจากนี้ยังเป็นที่ยอมรับโคกในตะวันออกกลาง ฮองกง ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา มีการนำเข้าปลาชนิดนี้จากประเทศไทยเป็นจำนวนมาก เนื่องจากปลาทับทิมเป็นปลาที่เนื้อมีสีส้มสวยงาม รสชาติดี และตลาดต่างประเทศมีความต้องการสูง จึงเป็นปลาที่เกษตรกรมีแนวโน้มต้องการนำไปเลี้ยงในเชิงพาณิชย์เป็นจำนวนมาก (จิรเดช กิริวิชญ์ และ อรัญญา, 2550)

การแช่เยือกแข็ง (freezing)

เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ถนอมอาหาร (food preservation) ด้วยการลดอุณหภูมิของ อาหาร ให้ต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง ทำให้จุลินทรีย์ไม่อาจนำไปใช้ได้ แต่ความเย็นจัดไม่ได้ทำลายจุลินทรีย์ให้ตาย

จุดเยือกแข็ง (Freezing point) คือ "อุณหภูมิที่เกิดภาวะสมดุลระหว่างของแข็งกับของเหลวที่ความกดมาตรฐาน 1 บรรยากาศ หรืออุณหภูมิที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งที่ความกดมาตรฐาน 1 บรรยากาศ

กรรมวิธีการแช่แข็งอาหารแบบ Plate freezing เป็นการแช่เยือกแข็งที่ใช้เครื่องแช่เยือกแข็งแบบแผ่น (plate freezer) หรือ อาจเรียกว่า contact plate freezer ที่วางอาหารแนบระหว่างแผ่นโลหะเย็นจัดซึ่งมีสารทำความเย็นไหลเวียนอยู่ภายใน โดยให้แผ่นโลหะเย็นบีบแนบกับอาหารเกิดการถ่ายเทความร้อนแบบการนำ จากแผ่นโลหะไปยังอาหาร ใช้กับอาหารที่มีขนาดและรูปร่างสม่ำเสมอ เป็นแผ่น หรือบรรจุในถาดโลหะ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2550)

วัตถุประสงค์ของการแช่แข็งอาหาร

1. เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย (bacteria) ยีสต์ (yeast) รา (mold) พยาธิ (parasite) ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสีย (microbial spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) ที่เป็นอันตรายในอาหาร (biological hazard)
2. เพื่อยับยั้ง ปฏิกิริยาชีวเคมีของอาหาร เช่น การหายใจ (respiration) ของผัก ผลไม้ การทำงานของเอนไซม์
3. ยับยั้งปฏิกิริยาทางเคมีที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมคุณภาพ เช่น lipid oxidation

วัตถุดิบอาหารมีความสำคัญอย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมอาหาร ไม่ว่าจะเป็นการช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ การช่วยให้อาหารมีคุณภาพใกล้เคียงกับวัตถุดิบ หรือช่วยในการปรับปรุงคุณภาพในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏ ดังนั้นการเลือกใช้วัตถุดิบชนิดใดและในปริมาณเท่าใดให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์อาหารนั้นๆ รวมถึงปัญหาด้านความปลอดภัย มาตรฐานและข้อกำหนดของการใช้วัตถุดิบในอาหารจึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ

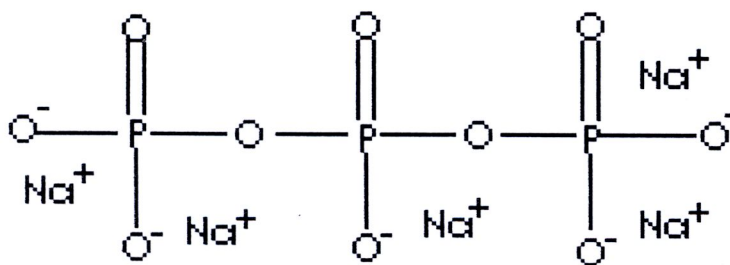
สารประกอบฟอสเฟตจัดเป็นวัตถุดิบอาหารที่มีความสำคัญในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ สัตว์ปีกและสัตว์น้ำมาก การใช้สารประกอบฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์เนื้อได้มีขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1952 โดยใช้เป็นส่วนผสมในสารที่ใช้ในการหมักแฮม เบคอน และผลิตภัณฑ์เนื้ออื่นๆ สารประกอบฟอสเฟตเป็นสารที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เนื้อมีการอุ้มน้ำดีขึ้น และประสิทธิภาพของสารประกอบฟอสเฟตจะดีขึ้น ถ้าหากใช้ร่วมกับเกลือแกง ส่วนประโยชน์อื่นๆ ของการใช้สารประกอบฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์อาหารทะเลนั้น จะสามารถช่วยให้สีของเนื้อที่ผ่านการหมักคงตัว ช่วยให้แฮมกระป๋องมีการอุ้มน้ำดีขึ้น เพิ่มความนุ่มของเนื้อ ลดระยะเวลาที่จะต้องใช้ในการแปรรูปลง เพิ่มปริมาณการสกัดของโปรตีน ช่วยให้กลิ่นรสและสีของผลิตภัณฑ์คงตัวด้วย (คิวพร, 2535)

โครงสร้างและสมบัติของฟอสเฟตสามารถจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ออโทฟอสเฟต (orthophosphate) และคอนเดนส์ฟอสเฟต (condensed phosphate) ออโทฟอสเฟตประกอบด้วยฟอสฟอรัส 1 อะตอม ส่วนคอนเดนส์ฟอสเฟต ประกอบด้วยฟอสฟอรัสตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไปเชื่อมต่อกันโดยใช้อะตอมออกซิเจนร่วมกัน การผลิตคอนเดนส์ฟอสเฟตสามารถทำได้โดยการให้ความร้อนกับส่วนผสมของออโทฟอสเฟตภายใต้สภาวะที่ควบคุม ฟอสเฟตที่เรียงต่อกันเป็นโซ่ยาว เรียกว่า พอลิฟอสเฟต (polyphosphate) ไพโรฟอสเฟต (pyrophosphate) เป็นพอลิฟอสเฟตที่มีโครงสร้างง่ายที่สุดโดยประกอบด้วยฟอสฟอรัส 2 อะตอม ส่วนไตรพอลิฟอสเฟต (tripolyphosphate) ประกอบด้วยฟอสฟอรัส 3 อะตอม สำหรับฟอสเฟตที่จัดเรียงตัวเป็นวงแหวนเรียกว่า เมตาฟอสเฟต (metaphosphate) ซึ่งปัจจุบันใช้เพียง 2 ชนิดคือ โซเดียมไตรเมตาฟอสเฟต และโซเดียมเตตระเมตาฟอสเฟต นอกจากนี้อัลตราฟอสเฟต (ultraphosphate) เป็นสารประกอบฟอสเฟตอีกชนิดหนึ่งที่มีลักษณะโครงสร้างเป็นกิ่งก้านของสารประกอบฟอสเฟตชนิดวงแหวนหรือชนิดโซ่ แต่ฟอสเฟตชนิดนี้มีการใช้ค่อนข้างจำกัดในทางการค้า สารประกอบฟอสเฟตเหล่านี้มีสมบัติและหน้าที่แตกต่างกัน (สุทธวัฒน์, 2548)

การที่สารประกอบฟอสเฟตสามารถช่วยให้ผลิตภัณฑ์เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำและจับตัวกันได้ดีขึ้นนั้น เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตสามารถช่วยเพิ่มความเป็นกรด-ด่างของเนื้อให้สูงขึ้นจาก isoelectric range (Trout and Schmit, 1984) โดยพบว่าสารประกอบฟอสเฟตจะมีคุณสมบัติในการช่วยให้มีการอุ้มน้ำดีขึ้นในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 6.0-6.5

การใช้โพลีฟอสเฟตจะทำให้มีการละลายของไมโอไฟบริลลาโปรตีนเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ก็เพราะว่ามีการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่า ionic strength ความสามารถในการละลายของโปรตีนจะมีค่าต่ำสุดในช่วง isoelectric zone คือ ที่ช่วง 5-6 ซึ่งประสิทธิภาพของฟอสเฟตจะเห็นได้ชัดเจนเมื่อมีการใช้ในปลาแช่เยือกแข็งที่โปรตีนมีการเปลี่ยนแปลงสภาพในผลิตภัณฑ์จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความสามารถในการเก็บกักน้ำของเจล ค่าความแข็งแรงของเจลซูริมีจะมีค่าต่ำสุดในช่วง isoelectric zone และเมื่อค่า ความเป็นกรด-ด่าง สูงขึ้น ค่าความแข็งแรงของเจลซูริมีจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่าง เพิ่มสูงกว่า 8 จะทำให้ค่าความแข็งแรงของเจลต่ำลง และความสามารถในการเกาะตัว (cohesiveness) สารโพลีฟอสเฟตทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงขึ้นได้ต่างกันในช่วง 5.9-6.3 โซเดียมไพโรฟอสเฟต (sodium pyrophosphate) และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (sodium tripolyphosphate) จะให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 6.2 และมีประสิทธิภาพทั้งในการเพิ่มความแข็งแรงของเจล และความสามารถในการเก็บกักความชื้น (moisture retention) ได้ดีกว่าสารโพลีฟอสเฟตชนิดอื่น และถ้าผสมโซเดียมไพโรฟอสเฟตและไตรโพลีฟอสเฟตในอัตราส่วน 6 ต่อ 4 จะมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น มากกว่าการใช้โพลีฟอสเฟตเพียงตัวใดตัวหนึ่ง (Okada, 1985)

โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (Sodium tripolyphosphate)



ภาพที่ 2 โครงสร้างโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต

โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจัดเป็นสารประกอบฟอสเฟตชนิดหนึ่ง เป็นวัตถุเจือปนอาหารชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมากเนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตมีคุณสมบัติที่ช่วยปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้นและได้มาตรฐาน (ศิวัพร, 2535) การเติมสารประกอบฟอสเฟตลงในเนื้อจะช่วยปรับปรุงคุณลักษณะต่างๆของเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อให้ดีขึ้น คือจะช่วยให้สีของเนื้อคงตัว ช่วยให้เนื้อจับตัวได้ดีขึ้น ช่วยให้เนื้อนุ่ม เพิ่มความสามารถอุ้มน้ำของเนื้อ ปรับปรุง กลิ่น รสของเนื้อและผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น ช่วยป้องกันการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ ช่วยป้องกันการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 (2527) กล่าวถึง คุณสมบัติของสารโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต มีสูตรทางเคมี คือ $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ มีน้ำหนักโมเลกุล 767.86 คุณสมบัติเป็นผงหรือเม็ดหยาบสีขาว สามารถดูดความชื้นได้เล็กน้อย และสามารถละลายน้ำได้ดี สารนี้มี 2 ชนิดคือ ชนิดอโนไฮดรัส (Unhydrate) และชนิดไฮดรัส (Hydrate)

ในปัจจุบันมีการใช้สารประกอบฟอสเฟตแก่ผลิตภัณฑ์ เพื่อช่วยป้องกันการสูญเสียของน้ำ และช่วยลักษณะเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแช่เยือกแข็ง ปัญหาหนึ่งที่พบบ่อยในอาหารแช่แข็งคือ คุณภาพของอาหารหลังจากผ่านการปรุง (cooking) เพื่อการบริโภค ซึ่งต้องผ่านขั้นตอนการละลาย (thaw) และการ

ปรุง ในขั้นตอนนี้อาหารแช่แข็งจะสูญเสียน้ำหนักไปเป็นปริมาณมาก เนื่องจากขณะที่เป็นน้ำแข็ง น้ำจะถูกเปลี่ยนโครงสร้างเกิดผลึกซึ่งมีความคม และเนื้อเยื่อมีการหดตัว กลไกนี้ทำให้ผนังเซลล์ถูกทำลาย เมื่อนำมาละลายของเหลวที่อยู่ภายในเซลล์จะไหลออกมาด้วยทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักในปริมาณมากกว่าปกติ

นอกจากนี้โครงสร้างของเนื้อเยื่อก็เปลี่ยนแปลงไปด้วยทำให้รสชาติความเหนียว นุ่ม เปลี่ยนแปลงไปจากปัญหานี้ทำให้มีการทำวิจัยพัฒนามากขึ้น โดยมีการนำสารกลุ่มโพลีฟอสเฟตเข้ามาใช้จุ่มเคลือบผิวของอาหารก่อนนำไปแช่แข็ง เพื่อช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ตามอาหารแช่แข็งที่มีปริมาณสารโพลีฟอสเฟตมากเกินไปจะก่อให้เกิดอันตราย ทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังได้ ดังนั้นเพื่อให้แน่ใจได้ว่าปลอดภัยต่อสุขภาพ ผู้บริโภคควรทำความสะอาดอาหารแช่แข็งโดยการล้างด้วยน้ำสะอาดก่อนนำไปบริโภคทุกครั้ง ซึ่งผู้บริโภคบางคนได้รับสารฟอสเฟตแล้วเกิดอาการแพ้ ส่วนใหญ่เป็นโรคทางผิวหนังเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการนำสารชนิดอื่นมาใช้ในกระบวนการผลิตทดแทนสารประกอบฟอสเฟตในบางส่วน

Alex และ Jose (2009) การศึกษากระบวนการแช่เยือกแข็งโดยฟอสเฟตในกุ้ง โดยใช้ sodium tripolyphosphate ที่ความเข้มข้น 5 g/100 ml และสารฟอสเฟตอื่นที่ 5 g/100 ml เก็บรักษากุ้งบางส่วนด้วยการแช่เยือกแข็งในไนโตรเจนเหลวอุณหภูมิ 86 องศาเซลเซียส ขั้นตอนสุดท้ายนำมาจากอุโมงค์ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เคลือบด้วยน้ำ เก็บกุ้งแช่เยือกแข็งไว้ที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 15 วันก่อนนำมาวิเคราะห์ น้ำหนักหลังการละลาย และการทำให้สุก วิเคราะห์ค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัส ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า สารละลายฟอสเฟตสามารถป้องกันการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ และการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสแสดงว่า กุ้งที่รักษาโดยแช่ฟอสเฟตสามารถเก็บไว้ในสภาพเดิม ส่วนใหญ่เป็นที่ชื่นชอบและยอมรับของผู้ทดสอบ กระบวนการแช่เยือกแข็งเก็บรักษาร่วมกับฟอสเฟต ใช้สารละลายที่ประหยัด และแช่เยือกแข็งได้ปริมาณมาก เก็บรักษาน้ำไว้ได้ดี ดังนั้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี

การใช้สารเคมีในการปรับปรุงคุณภาพสัตว์น้ำ

สารเคมีมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ โดยมีผลในการปรับปรุงคุณภาพ รวมทั้งสมบัติเชิงหน้าที่ของกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตามมีการใช้สารเคมีหลายชนิดเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาสัตว์น้ำตลอดจนชะลอการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมี เอนไซม์ รวมทั้งจุลินทรีย์ส่งผลให้สัตว์น้ำมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

ซีควาเตรน (Sequestrants) (คิวาพร, 2535)

โลหะที่พบอยู่ในอาหารตามธรรมชาตินั้น มักจะมีอยู่ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อน ตัวอย่างเช่น แมกนีเซียมที่พบทั่วไปในพืช จะอยู่ในรูปของเมทัลคอมเพล็กซ์คลอโรฟิลล์ (metal complex chlorophyll) เหล็กที่พบในเนื้อสัตว์ จะอยู่ในรูปของเฟอร์ริทิน (ferritin) และ พอร์ไฟรินคอมเพล็กซ์ฮีโมโกลบิน (porphyrin complex hemoglobin) โคบอลต์ในวิตามินบี 12 แมงกานีส สังกะสี และทองแดงในเอนไซม์ต่างๆ เป็นต้น โลหะเหล่านี้เมื่อผ่านกระบวนการแปรรูปจะถูกปล่อยออกมา และจะทำปฏิกิริยากับพวกสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ในอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นรสและสีไม่ดีขึ้นในผลิตภัณฑ์อาหารและทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารผิดปกติไป จึงได้มีการพยายามแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการใช่วัตถุเจือปนในอาหารช่วย ซึ่งวัตถุเจือปนในอาหารที่ใช้ในกรณีนี้ได้แก่ ซีควาเตรน

ซีแควสเตรสท์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

ซีแควสเตรสท์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมีด้วยกันหลายชนิด เป็นซีแควสเตรสท์ที่พบว่ามียอยู่แล้วตามธรรมชาติในอาหาร ตัวอย่างเช่น

- กรดคาร์บอกซิลิก (polycarboxylic acid) ซึ่งได้แก่กรด กรดออกซาลิก (oxalic acid) และ กรดซักซินิก (succinic acid)
- กรดไฮดรอกซีคาร์บอกซิลิก (hydroxycarboxylic acid) ซึ่งได้แก่กรด กรดซิตริก กรดมาลิก และ กรดทาร์ทาริก เป็นต้น
- กรดโพลีฟอสฟอริก (polyphosphoric acid) ซึ่งได้แก่ เอทีพี (ATP) เฮกซาเมตาฟอสเฟต และ ไพรออสเฟต เป็นต้น
- กรดอะมิโน เช่น ไกลซีน (glycine) ซีสทีน (cystine) เป็นต้น
- แมคโครโมเลกุล (macromolecules) ได้แก่ พอร์ไพริน เพปไทด์ เป็นต้น

ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการใช้สารซีแควสเตรสท์นั้น ซีแควสเตรสท์ที่ใส่ลงไปจะไปทำปฏิกิริยากับ โลหะที่มีอยู่เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนขึ้น ทำให้คุณภาพของอาหารมีความคงตัวขึ้น ช่วยชะลอการเกิดการ หืนในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันและน้ำมันเป็นส่วนประกอบ ช่วยให้สี กลิ่น รส และลักษณะเนื้อสัมผัสใน ผลิตภัณฑ์คงตัว และช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีการจับตัวและมีการอุ้มน้ำดีขึ้น เป็นต้น

กรดอินทรีย์

กรดอินทรีย์เป็นสารประกอบที่มีอนุมูล carboxylic acid จึงรวมถึงกรดไขมัน กรดอะมิโน มีโครงสร้างโมเลกุลเป็น $R-COOH$ แต่อย่างไรก็ตาม ไม่ใช่ว่าสารประกอบทั้งหมดดังกล่าวจะมีผลต่อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร กรดอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียเป็นจำพวกสูตรโครงสร้างสั้น ($C1-C7$) อาจเป็นได้ทั้งชนิด monocarboxylic acid อย่างง่าย เช่น กรดฟอร์มิก โปรพิโอนิก บิวทริก หรืออาจเป็น carboxylic ที่มีไฮดรอกซิลกรุป เช่น กรดแลคติก มาลิก ทาทาริก และ ซิตริก เกลือของกรดเหล่านี้บางตัวก็แสดงผลที่ดีต่อสัตว์ กระเพาะเดี่ยว กรดอื่น ๆ เช่น กรดซอร์บิก ฟูมาริก มีผลต้านเชื้อราบางชนิด การแช่หรือล้างรวมทั้งการสเปรย์ สัตว์น้ำด้วยสารละลายกรดอินทรีย์มีผลเพิ่มอายุการเก็บรักษาสัตว์น้ำ โดยกรดอินทรีย์มีสมบัติในการยับยั้ง หรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ กรดอินทรีย์ซึ่งเป็นกรดอ่อน จึงไม่แตกตัว และสามารถซึมผ่านผนังเซลล์ จุลินทรีย์ โดยการแพร่แล้วเกิดการแตกตัวและลดค่าความเป็นกรด-ด่างในเซลล์ ส่งผลต่อการลดเมแทบอลิซึมของเซลล์ กรดอินทรีย์ส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำ (น้อยกว่า 5.5) ซึ่ง กิจกรรมการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ของกรดอินทรีย์ขึ้นกับปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย คือ (Smulders, 1999)

1. ผลของความเป็นกรด-ด่าง
2. ระดับการแตกตัว
3. ผลจำเพาะของโมเลกุลกรด

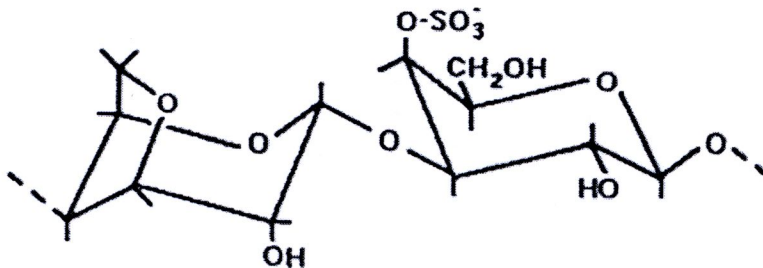
อย่างไรก็ตาม ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง การแตกตัวของกรดเท่ากัน กิจกรรมการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ แตกต่างกันตามชนิดของกรด และผลจำเพาะของกรดอินทรีย์สัมพันธ์กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้คือ

1. ความสามารถในการซึมผ่านผนังเซลล์
2. ส่วนของเซลล์ซึ่งสัมผัสกับกรด
3. ธรรมชาติทางเคมีของการทำลายเชื้อจุลินทรีย์

กรดอินทรีย์และอนุพันธ์ที่นิยมใช้ได้แก่ กรดอะซิติก (acetic acid) กรดเบนโซอิก (benzoic acid) กรดโพรพิโอนิก (propionic acid) กรดซอร์บิก (sorbic acid) (ศิวาพร, 2535)

การใช้กรดเพื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของระบบให้ต่ำกว่าค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ เป็นแนวทางในการควบคุมกิจกรรมของเอนไซม์ อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบของเอนไซม์ ชนิดของสับสเตรต เป็นต้น การใช้กรด เช่น กรดซิตริก กรดมาลิก และกรดฟอสฟอริก มีผลลดค่าความเป็นกรด-ด่างให้ต่ำกว่า 3 ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรด-ด่างที่สามารถหยุดยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ (Richard and Hyslop, 1985) กรดซิตริกเป็นกรดที่นิยมใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมอาหารโดยมักใช้ในระดับ ร้อยละ 0.1-0.3 โดยปกติกรดอินทรีย์ส่วนใหญ่ทำหน้าที่เป็นสารจับโลหะ (chelator) ดังนั้น กรดซิตริกทำหน้าที่ลดค่าความเป็นกรด-ด่างและสามารถจับกับทองแดงในบริเวณเร่งของเอนไซม์ โดยสามารถทำงานร่วมกับกรดแอสคอร์บิก หรือกรดอิริทริก การใช้กรดแลกติก ร้อยละ 1 ร่วมกับ 1-hexylresorcinol ร้อยละ 0.0025 สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในกุ้งสีน้ำตาล (Banner et al., 1994)

คาร์ราจีแนน



ภาพที่ 3 โครงสร้างแคปป่า-คาร์ราจีแนน

องค์ประกอบของคาร์ราจีแนนประกอบด้วย galactose และ 3,6 anhydro-D-galactose ซึ่งจะเป็นส่วนที่แสดงปฏิกิริยาในแบบ ketose ได้ และยังมีส่วนที่เป็น ester sulfate อยู่สูงกว่าที่พบในวุ้น โดยคาร์ราจีแนนนำไปใช้ประโยชน์ทำให้เกิดเจล ทำให้เกิดความข้นหนืด และช่วยในการกระจายตัวในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้มากมายหลายชนิด ทั้งที่เป็นอาหารและไม่ใช่อาหาร นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นสารเคลือบผิวปลาแช่เยือกแข็ง เพื่อป้องกันการเกิด freezer burn ในขณะเก็บรักษา โดยใช้ในรูปของสารละลาย ซึ่งเข้มข้นประมาณร้อยละ 0.4 เพื่อจุ่มชิ้นปลาลงไปเมื่อผ่านการแช่แข็ง

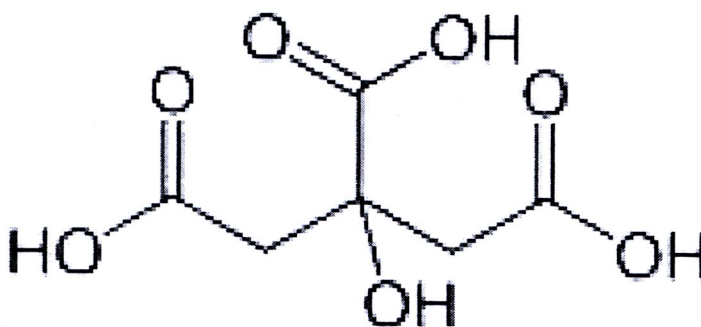
ทรีฮาโลส (Trehalose)

เป็นสารจากธรรมชาติ เป็นน้ำตาลไดแซคคาไรด์และเป็นน้ำตาลที่ไม่เกิดการรีดิคัล ซึ่งประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส 2 โมเลกุล เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ $\alpha, \alpha-1,1$ มีลักษณะเป็นผลึกของแข็งสีขาวที่ไม่มีกลิ่นละลายได้ในน้ำ มีรสหวานอ่อน ไม่ทำให้เกิดโรคฟันผุ การดูดซับความชื้น (hygroscopicity) ต่ำ สามารถทำให้ลดจุดเยือกแข็งให้ต่ำลงและมีคุณสมบัติในการป้องกันในการเปลี่ยนสภาพของโปรตีน

การตรวจวัดคุณภาพสัตว์น้ำ (กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, 2547)

คุณภาพสัตว์น้ำหมายถึง ระดับความแตกต่างของสัตว์น้ำแต่ละชนิด หรือสิ่งที่สอดคล้องกับความต้องการ อาจจะเป็นรูปร่าง ลักษณะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ขนาด เพศ อายุ ฤดูกาล แหล่งจับ แหล่งเลี้ยง วิธีการจับ อาหารที่ใช้เลี้ยง รวมไปถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคด้วย ซึ่งสามารถตรวจวัดได้จากสารที่มีอยู่ หรือสารที่เกิดจากการสลายตัวของเนื้อสัตว์น้ำ หรือตรวจวัดจากคุณลักษณะต่างๆ ที่สามารถรับรู้จากประสาทสัมผัส โดยการวัดแต่ละอย่างแสดงค่าออกมาเป็นปริมาณ หรือขนาดที่สามารถแบ่งออกเป็นระดับคุณภาพของสัตว์น้ำชนิดนั้นๆ ได้

กรดซิตริก (Citric acid)



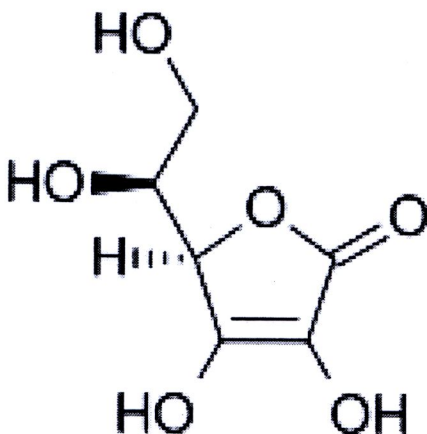
ภาพที่ 4 โครงสร้างกรดซิตริก

กรดซิตริกเป็นกรดอ่อน นิยมใช้ในการถนอมอาหารโดยมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มรสชาติให้กับอาหารให้มีรสเปรี้ยว และมีกลิ่นชวนรับประทาน ซึ่งได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคว่ามีความปลอดภัย สามารถเติมในอาหารได้โดยไม่เกิดอันตราย ย่อยสลายได้ง่ายและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม กรดซิตริกพบได้ตามธรรมชาติ โดยเฉพาะผักและผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวเป็นส่วนใหญ่ เช่น มะนาว สับปะรดและส้ม เป็นต้น ซึ่งมีสัดส่วนกรดซิตริกเป็นองค์ประกอบสูง กรดซิตริกในปัจจุบันนิยมผลิตเป็นรูปของผลึก Monohydrate ($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$) ซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบ 1 โมเลกุล มีลักษณะใส ไม่มีกลิ่น มีรสเปรี้ยว และมีความสามารถในการละลายน้ำเย็นมากกว่าน้ำร้อน

คุณสมบัติของกรดซิตริกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในหลายทาง นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม เพื่อเป็นสารให้กลิ่น รส ในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป นอกจากนั้นยังใช้เป็นสารลดความฟุ้ง ลดการตกผลึกของน้ำผลไม้ และสามารถควบคุมระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย จึงเป็นที่นิยมใช้เพื่อการถนอมอาหารและเครื่องดื่ม นอกจากนี้กรดซิตริกยังมีคุณสมบัติแก้ наки กระด้าง โดยกรดซิตริกจะจับกับโลหะหนักในน้ำโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนกลายเป็นตะกอน Citric Complex ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวจึงนิยมนำมาใช้ในการทำสบู่ และน้ำยาล้างจาน และกรดซิตริกยังมีคุณสมบัติในการขัดคราบสนิมและคราบสกปรกที่พื้นและผนัง จึงนิยมนำมาใช้ขัดสนิมในอุปกรณ์วัสดุเหล็กในภาคอุตสาหกรรม

Mulder และคณะ (1987) การศึกษาการรักษาปลาดุกแล้ให้ปราศจากกลิ่นอับการลดลงของ 2-methylisoborneol โดยใช้กรดซิตริก ที่ระดับความเข้มข้น 0%, 0.5% และ 2% โดยศึกษา สี เนื้อสัมผัส องค์ประกอบ และexpressible moisture พบว่าตัวอย่างที่รักษาด้วยกรดซิตริก 2% สามารถลดการสูญเสีย ความชื้นและเพิ่มสีของตัวอย่าง ซึ่งไม่พบความแตกต่างระหว่างกรดซิตริก 2% กับตัวอย่างควบคุม

กรดแอสคอร์บิก(Ascorbic acid)



ภาพที่ 5 โครงสร้างกรดแอสคอร์บิก

วิตามินซี จัดเป็นกรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีชื่อเรียกว่า กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) พบได้ในผัก ผลไม้หลายชนิด เช่น ผลไม้ตระกูลส้ม ฝรั่ง องุ่น สตรอเบอร์รี่ มะเขือเทศ กะหล่ำปลี บร็อคเคอรี่ และผักขม วิตามินซีมีความสำคัญต่อร่างกาย สามารถช่วยป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟัน เสริมภูมิคุ้มกันของร่างกาย ต่อโรคมัยไข้เจ็บหลายชนิด เช่น โรคภูมิแพ้ และโรคหวัด นอกจากนี้ยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับการชะลอความแก่อีกด้วย

ในทางอุตสาหกรรมอาหาร มีการนำวิตามินซีมาใช้ในอาหารและเครื่องดื่หลายชนิด โดยนำมาใช้ในลักษณะต่าง ๆ กันดังนี้

1. เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในอาหาร โดยเติมลงในอาหารบางชนิดที่มีวิตามินซีต่ำ หรือไม่มีเลย หรือเติมลงในอาหารเพื่อทดแทนปริมาณวิตามินซี ที่สูญเสียไปในระหว่างขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อให้อาหารนั้นมีปริมาณวิตามินซีอยู่ในเกณฑ์กำหนด

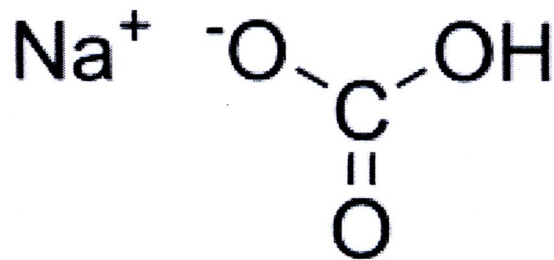
2. ใช้เป็นสารแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant) ในผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากวิตามินซีสามารถจับกับออกซิเจนได้ง่าย ดังนั้นจึงสามารถช่วยป้องกันไม่ให้ออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยากับอาหาร เป็นเหตุให้คุณภาพของอาหารทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการเก็บ เช่น อาหารที่ผ่านการทอดน้ำมันต่างๆ นอกจากนั้นในบางกรณียังอาจช่วยให้ขั้นตอนการแปรรูปอาหารสะดวกและง่ายขึ้น

3. ใช้เป็นสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในผักผลไม้บางชนิด ผักผลไม้หลายๆ ชนิดเมื่อปอกเปลือกออกแล้วทิ้งไว้ให้สัมผัสอากาศ เนื้อเยื่อบริเวณผิวจะเกิดสีน้ำตาลขึ้น ทำให้ดูแล้วไม่สวยงาม เช่น มันฝรั่ง หั้วกล้วยหอม มะพร้าว และแอปเปิ้ล แต่ถ้าปอกเปลือกแล้วแช่ในสารละลายวิตามินซีก่อน ก็จะไม่เกิดสีน้ำตาล

เกิดขึ้น นิยมใช้กับผักผลไม้ก่อนจะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆรวมทั้งการนำไปแช่แข็งด้วยวิตามินซีที่นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอาจอยู่ในรูปเป็นผงของกรดแอสคอร์บิกหรือเกลือโซเดียมแอสคอร์เบท บริสุทธิ์(sodium ascorbate salt) หรืออยู่ในรูปของสารผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิกกับสารตัวอื่นๆ เช่น แป้งหรือเกลือแกง เพื่อช่วยให้วิตามินกระจายตัวในอาหารได้ดีเมื่อใช้ในปริมาณน้อย หรือในรูปของสารละลาย เพราะวิตามินซีละลายน้ำได้ดี ใช้ฉีดพ่นไปบนอาหารได้โดยตรง

Rostamzad H. และคณะ (2011) ได้ทำการศึกษาผลของกรดแอสคอร์บิก (AA) ในการพัฒนาการหืน (rancidity) ในระหว่างการเก็บรักษาปลาเปอร์เซีย(Persicus Acipenser) ขนาดใหญ่แช่แข็งการพัฒนาการหืน(rancidity) วัดจากดัชนีชี้วัดทางชีวเคมีหลายประการรวมถึงกรดไขมันอิสระ ค่าเปอร์ออกไซด์และกรด thiobarbituric นอกจากนี้ มีการวัด pH, expressible moisture และคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษาในช่วง 6 เดือน ผลการศึกษาพบว่าปริมาณกรดไขมันอิสระ ผลิตภัณฑ์ออกซิเดชันปฏิกิริยาและหืนหยาบ expressible moisture และค่าพีเอชของตัวอย่างที่ได้รับการรักษา ด้วย AA มีระดับนัยสำคัญที่ต่ำกว่าในตัวอย่างการควบคุม ($p < 0.05$) ผลการวิจัยพบว่า AA มีประสิทธิภาพในการลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันในปลาเปอร์เซียขนาดใหญ่และชะลอการเกิดไขมันออกซิเดชันในปลาแช่แข็ง ด้วยเหตุนี้จึงมีการแนะนำให้ใช้ AA เพียงอย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับกลยุทธ์อื่นๆ ฟัง

โซเดียมไบคาร์บอเนต(Sodium bicarbonate)



ภาพที่ 6 โครงสร้างโซเดียมไบคาร์บอเนต

ผงฟู มีชื่อเรียกทางเคมีว่าโซเดียมไบคาร์บอเนต หรือ โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate or sodium hydrogen carbonate) เป็นสารประกอบที่มีสูตรทางเคมี NaHCO_3 ผงฟูมีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว มีโครงสร้างเป็นผลึกแต่ปรากฏในรูปผงละเอียดมีคุณสมบัติเป็นเบส ผงฟูมีชื่อทางการค้าที่เรียกกันทั่วไปหลายชื่อด้วยกัน เช่น เบกกิ้งโซดา(baking soda) เบรดโซดา(bread soda) คูกิกิงโซดา (cooking soda) และไบคาร์บอเนตโซดา (bicarbonate of soda) เป็นสารทำให้ฟู ที่มีพีเอชประมาณ 8.5 ในสารละลายร้อยละ 1 ที่ 25 องศาเซลเซียส ทำงานร่วมกับสารประกอบฟอสเฟต(สารประกอบทำให้ฟูที่เป็นกรด) เพื่อปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งขยายตัวระหว่างกระบวนการอบเพื่อให้ขนมอบมีปริมาตรและคุณภาพเพิ่มขึ้น ยังใช้ในเครื่องต้มแบบผสมแห้ง เพื่อให้ได้การเติม CO_2 (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ซึ่งเกิดเมื่อเติมน้ำลงในส่วนผสมที่มี Sodium Bicarbonate และกรดตัวหนึ่งเป็นองค์ประกอบ ในผลิตภัณฑ์ผงฟู

Glucono delta lactone (GDL) 1 กรัม จะสามารถทำปฏิกิริยาหมดพอดี กับ 0.472 กรัมของโซเดียมไบคาร์บอเนต ที่ 0 องศาเซลเซียส, 1 atm. ในปลา และผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลา เช่น แคกปลา, ซูริมิ และไส้กรอก/ลูกชิ้นปลา นิยมใช้ GDL 0.1 - 0.5 % GDL จะปรับค่าพีเอช ในผลิตภัณฑ์ปลาแช่เยือกแข็งให้ลดต่ำลง เพื่อช่วยในยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ โดยมีหน้าที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ คล้ายๆ กับการทำงานของกรดซอร์บิก และเกลือของกรดซอร์บิก เช่น โซเดียมซอร์เบต, โซเดียมซอร์เบต การเติม GDL ในกระบวนการผลิตปลาแช่เยือกแข็งจะเติมในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบสุดท้ายโดยผสมลงไปพร้อมกับเกลือและน้ำแข็งซึ่งต้องควบคุม อุณหภูมิในการผลิตให้ต่ำตลอดเวลา เพื่อป้องกันโปรตีนเสียสภาพเนื่องจาก pH ลดต่ำลง (protein Denature) และภายหลังการเติม GDL ลงในเนื้อปลาแล้วควรรีบบรรจุลง Case ทันที

คุณสมบัติของโซเดียมไบคาร์บอเนตสามารถทำให้เกิดการพองฟูในผลิตภัณฑ์ คือมีคุณสมบัติในการปล่อยก๊าซ CO_2 ช่วยปรับค่าพีเอชในผลิตภัณฑ์ โดยมีคุณสมบัติเป็นสารบัฟเฟอร์ธรรมชาติ โดยเมื่อแตกตัวจะให้ สารไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ช่วยในการควบคุมการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็น pH ให้คงที่ หรือเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ สามารถช่วยในการเพิ่มค่าความเป็นด่างให้กับน้ำ (Alkalinity) ในการควบคุมค่าความเป็นกรดต่าง และละลายได้ดีในน้ำ แต่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์

Marinela Barrero และ Rafael A. Bello (2000) ในการศึกษาลักษณะของเนื้อปลาซาตินบดที่ล้างด้วยสารละลายที่แตกต่างกัน ทำการล้างด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.5% และน้ำ พบว่าปลาซาตินบดที่ล้างด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนตแสดงการลดลงของโปรตีน ไนโตรเจน และสีที่อ่อนลง ขณะที่ล้างด้วยน้ำจะมีการลดลงมาของเถ้าและไขมัน ส่วนความชื้น และ pH เพิ่มขึ้นด้วยค่าการแลกเปลี่ยนน้ำ หลังจากการปั่นเหวี่ยงที่มีการแลกเปลี่ยนน้ำ ไม่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับระบบการปั่นเหวี่ยงแบบรีดน้ำออก

วิธีการตรวจวัดคุณภาพสัตว์น้ำ แบ่งได้ดังนี้

1. การตรวจวัดทางประสาทสัมผัส (Sensory methods) โดยใช้ระบบประสาทสัมผัสทั้งห้า เพื่อใช้ในการแบ่งแยกความแตกต่างของคุณภาพ หรือปริมาณได้ดี และต้องมีความแม่นยำของการตรวจวัดด้วย โดยการกำหนดค่าของตัวเลขแสดงเป็นระดับคะแนน และใช้วิชาทางสถิติมาช่วยในการสร้างความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ตรวจวัดได้

2. การตรวจวัดทางกายภาพ (Physical methods) เป็นการตรวจวัดทางคุณภาพด้านความสดด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีด้วยกันหลายวิธี สามารถวัดได้ง่ายและรวดเร็ว เช่น

- การตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ถ้าตัวอย่างมีสภาพเป็นกลาง (6-7) และสภาพเป็นกรดต่ำ (5-6) แสดงว่าตัวอย่างจัดอยู่ในสภาพสดที่ยังไม่ถูกแบคทีเรียย่อยสลาย

- การตรวจวัดความแน่นเนื้อของสัตว์น้ำด้วยเครื่องมือ (Texture analyzer) โดยสัตว์น้ำสดมาก เนื้อจะแน่นมาก ซึ่งวิธีนี้เช่นเดียวกับการวัดด้วยการสัมผัสโดยการกดดูความแน่นเนื้อ แต่คนไม่สามารถแสดงออกมาเป็นค่าตัวเลขได้

- การตรวจวัดจากเครื่องวัดสี (Color meter) จะแตกต่างตามชนิดของสัตว์น้ำนั้นๆ แต่ส่วนใหญ่เนื้อสัตว์น้ำสด จะใส หรือแดงโปร่งใส และจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีแดงขุ่นขาว ทึบแสง

3. การตรวจวัดทางเคมีและชีวเคมี (Chemical and Biochemical Methods) เป็นการตรวจวัดสารเคมีต่างๆ ที่อยู่ในสัตว์น้ำ เพื่อเป็นตัวชี้วัดคุณภาพด้านความสดและความปลอดภัยของผู้บริโภค

- ค่า K (K-value) เป็นตัวชี้วัดคุณภาพด้านความสด เป็นค่าที่มาจากการวัดสารที่แตกตัวจากสาร ATP ปริมาณ K ที่ได้ใช้แปรผลคือ ถ้าค่าปริมาณต่ำมากแสดงว่าสดมาก ค่ายิ่งสูงความสดยิ่งลดลง

- การเกิดเอมีนต่างๆ (Amine) และค่าทั้งหมด (TVB-N) เป็นปริมาณไนโตรเจนที่ระเหยได้

ทั้งหมดจากการสลายของโปรตีน และสารที่ไม่ใช่โปรตีน โดยสัตว์น้ำสดจะมีค่า TVB-Nน้อยกว่า 12 มิลลิกรัม/ตัวอย่าง

4. การตรวจวัดทางจุลินทรีย์ (Microbiological Methods) เป็นการตรวจวัดทางด้านความปลอดภัย เพราะเชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ในอาหารและสร้างพิษ เป็นสาเหตุทำให้อาหารเน่าเสีย เมื่อผู้บริโภคได้รับเข้าไป มีผลทำให้เกิดโรคต่างๆ ตามมา

ผลของการใช้สารต่อคุณภาพสัตว์น้ำ

Esaiassen และคณะ (2005) รายงานว่า การใช้เกลือฟอสเฟต เกลือโซเดียมคลอไรด์ กลูโครส เกลือแอสคอร์บิก และแป้ง จะสามารถช่วยรักษาน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ปลาสด และมีคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยพบว่า การใช้ฟอสเฟตที่ระดับ 10 กรัมต่อลิตร จะให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือการใช้กลูโครสที่ระดับ 5 กรัมต่อลิตร และการใช้ เกลือแอสคอร์บิกที่ระดับ 5 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ

Turan และคณะ (2003) พบว่า เมื่อนำปลา rainbow trout จุ่มในสารละลายฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็ง จะมีผลทำให้การสูญเสียน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ลดลง โดยพบว่า เมื่อใช้เกลือโซเดียมโพลิฟอสเฟตร้อยละ 10 ร่วมกับเกลือโซเดียมเมตาฟอสเฟตร้อยละ 3 และเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 4 จะสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการแช่แข็งได้

Alex และ Jose (2009) การศึกษากระบวนการแช่เยือกแข็งโดยฟอสเฟตในกุ้ง โดยใช้ sodium tripolyphosphate ที่ความเข้มข้น 5 g/100 ml และสารฟอสเฟตอื่นที่ 5 g/100 ml เก็บรักษาทั้งบางส่วนด้วยการแช่เยือกแข็งในไนโตรเจนเหลวอุณหภูมิ 86 องศาเซลเซียส ขั้นตอนสุดท้ายนำมาผ่านอุโมงค์ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เคลือบด้วยน้ำ เก็บกุ้งแช่เยือกแข็งไว้ที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 15 วันก่อนนำมาวิเคราะห์ น้ำหนักหลังการละลาย และการทำให้สุก วิเคราะห์ค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัส ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า สารละลายฟอสเฟตสามารถป้องกันการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ และการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสแสดงว่า กุ้งที่รักษาโดยแช่ฟอสเฟตสามารถเก็บไว้ในสภาพเดิม ส่วนใหญ่เป็นที่ชื่นชอบและยอมรับของผู้ทดสอบ กระบวนการแช่เยือกแข็งเก็บรักษาร่วมกับฟอสเฟต ใช้สารละลายที่ประหยัด และแช่เยือกแข็งได้ปริมาณมาก เก็บรักษาน้ำไว้ได้ดี ดังนั้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี



สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา	
ห้องสมุดงานวิจัย	
วันที่.....	7 ส.ค. 2555
เลขทะเบียน.....	190902
เลขเรียกหนังสือ.....	