ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (literature review)

ลักษณะของปลาช่อน

ปลาช่อนมีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Channa striata* อยู่ในอาณาจักร Animalia ไฟลัม Chordata ชั้น Actinopterygii อันดับ Perciformes วงศ์ Channidae สกุล Channa สปีชีส์ Striata

ปลาช่อนเป็นปลาน้ำจืด มีส่วนหัวค่อนข้างโต รูปร่างทรงกระบอกยาว ครีบหางเรียวปลายมน ปากกว้าง ภายในปากมีฟันเขี้ยวบนเพดาน ลำตัวสีน้ำตาลอ่อน ด้านท้องสีจางตัดกับด้านบน ครีบสีคล้ำมีขอบสีเหลืองอ่อน ครีบท้องจาง มีขนาดลำตัวประมาณ 30.0-40.0 เซนติเมตร ใหญ่สุดได้ถึง 1.0 เมตร พบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำทั่วประเทศไทย นิยมนำมาบริโภค ปรุงเป็นอาหารได้หลากหลายทั้งสดและตากแห้ง (ชวลิต, 2550) และคุณค่าทางโภชนาการของปลาช่อนสดแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 คุณค่าทางโภชนาการของปลาช่อน 100.0 กรัม

	ปริมาณ	หน่วย/100.0 กรัม
พลังงาน	122.0	กิโลแคลอรี
ไขมัน	3.8	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	1.4	กรัม
ใยอาหาร	-	กรัม
โปรตีน	20.5	มิลลิกรัม
แคลเซียม	31.0	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	218.0	มิลลิกรัม
เหล็ก	5.8	มิลลิกรัม
วิตามิน B1	0.09	มิลลิกรัม
วิตามิน B2	0.12	มิลลิกรัม
ไนอะซีน	1.1	มิลลิกรัม

ที่มา: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2550

การตากแห้ง (salting) อาจใช้วิธีธรรมชาติ (sun drying) โดยการตากแดด หรือการใช้ mechanical drier (เครื่องอบแห้ง) เช่น evaporator หรือตู้อบ (kiln) เป็นต้น ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

โดยการตากแห้งมักทำควบคู่ไปกับการทำเค็มแล้วจึงนำมาตากแห้งจนเหลือความชื้นประมาณร้อยละ 30 แต่ก็ขึ้นอยู่กับตัวอย่างสัตว์น้ำที่นำมาแปรรูปด้วย

การทำปลาเค็ม (salted fish) ปลาเค็มส่วนใหญ่หมายถึง ปลาที่ดองเกลือแล้วนำมาตากแห้ง สิ่งที่สำคัญที่ควรระวังคือ ในตอนแรก จะต้องให้ตัวปลาสัมผัสกับน้ำเกลือโดยทั่วถึง หลังจากนั้นจึงคลุกเกลือกับตัวปลาหรือแช่ปลาในน้ำเกลือ ขึ้นอยู่กับปริมาณความเค็มที่ต้องการ (Zaitsev et al, 1969) ปลาเค็มแบ่งเป็นปลาเค็มน้อย (light cure) มีเกลือต่ำกว่าร้อยละ 10 (ใช้น้ำเกลือร้อยละ 17) ปลาเค็มปานกลาง (medium cure) มีเกลือร้อยละ 10-14 และปลาเค็มจัด (heavy cure) มีเกลือเกินกว่าร้อยละ 14 (ใช้น้ำเกลือร้อยละ 22 ขึ้นไป) (ประเสริฐ, 2524)

การตากแห้ง

การตากแห้งอาจจัดเป็นวิธีการถนอมอาหารเก่าแก่ที่สุดวิธีหนึ่ง มนุษย์ได้สังเกตพบความจริงว่าผลิตผลจากพืชบางชนิด เช่น เมล็ดธัญพืช และถั่วต่าง ๆ จะแก่และแห้งตามธรรมชาติขณะที่ยังติดอยู่กับกิ่งหรือลำต้นและยังพบว่าผลิตผลที่อยู่ในลักษณะแห้งนี้จะสามารถเก็บไว้ได้นาน (Joslyn, 1967) จากการลอกเลียนกระบวนการธรรมชาติมนุษย์จึงได้ใช้การตากแห้งเพื่อรักษาผลผลิตอื่น ๆ เช่น พืชชนิดอื่น ๆเนื้อสัตว์และปลาสำหรับการใช้เกลือกับผลิตผลนับเป็นวิธีการถนอมอาหารเก่าแก่อีกวิธีหนึ่ง ซึ่งปกติมักจะทำร่วมกับการตากแห้ง ในขณะที่การรมควันก่อนตากแห้งได้ปฏิบัติในระยะต่อมา (ไพบูลย์, 2532)

เมื่อปลาตายจะมีการเน่าเสียทันที โดยปฏิกิริยาของเอนไซม์และจุลินทรีย์ การตากแห้งจะช่วยลดปริมาณ A_w ทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียลดลง วิธีโบราณที่สุดในการตากแห้งคือ แขวนปลาตากไว้ให้โดนแดดและลม หรือไว้เหนือกองไฟที่ที่หาเกลือยาก วิธีนี้จะช่วยเก็บปลาไว้ได้ ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อและรสชาติทำให้ไม่เหมือนปลาสด เพราะเนื้อจะแข็งและยืดหยุ่นขึ้น ถ้าตากแห้งช้า ๆ ปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่เหลืออยู่ จะทำให้เกิดลักษณะของผลิตภัณฑ์นั้น นอกจากนั้นปลาตากแห้งก็ยังเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่ดี จากการทดลองพบว่าคุณค่าทางอาหารของปลาตากแห้งไม่แตกต่างจากปลาสดมากนัก ถ้าระมัดระวังในการตากโดยไม่ใช้ความร้อนสูง (นงนุช, 2538)

ในการทำเค็มตากแห้งเกลือจะทำหน้าที่ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยเกลือจะทำให้เกิด plasmolysis ที่เซลล์ของจุลินทรีย์และทำให้จุลินทรีย์ตายและเกลือจะไปดึงน้ำจากตัวปลาทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้และขัดขวางการสร้างโปรตีนของนิวเคลียสของเซลล์จุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเติบโตขยายพันธุ์ได้และยับยั้งการทำงานของ plasteolytic enzyme ภายในเซลล์จุลินทรีย์บางชนิด เพิ่มแรงดันออสโมซิสเป็นผลให้เซลล์จุลินทรีย์แตกและอนุมูลคลอไรด์ที่เกิดจากการแตกตัวของเกลือ ถ้ามีมากจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้โดยทั่วไป จุลินทรีย์ที่ทำให้ปลาเสื่อมคุณภาพและเน่าเสียจะไม่เติบโตเมื่อความเข้มข้นของเกลือในเนื้อปลา

ประมาณร้อยละ 7.0 แต่จุลินทรีย์พวก putrefactive rod จะหยุดการเจริญเติบโตที่ความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 10.0 และพวก putrefactive cocci สามารถพบในปลาที่มีเกลือร้อยละ 15.0

การตากแห้งได้พัฒนาขึ้นโดยปราศจากความรู้ปัจจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการถนอมรักษาหรือความรู้ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการลดลงของความชื้นในระยะแรกใช้แสงอาทิตย์และกระแสลมเท่านั้น แต่ต่อมาได้มีการใช้เกลือ การรมควัน การใช้ซัลเฟอร์ และวิธีปฏิบัติอื่นๆร่วมด้วย ความร้อนประดิษฐ์ถูกนำมาเปลี่ยนการตากแห้งด้วยแสงแดดเป็นการระเหย (Joslyn, 1967)
ข้อได้เปรียบที่สำคัญของการอบแห้งหรือตากแห้ง พอสรุปได้ดังนี้

1. น้ำหนักเบา เพราะว่าน้ำหนักประมาณร้อยละ 60.0-90.0 ของอาหารสดยกเว้นธัญพืชประกอบด้วยน้ำ และน้ำส่วนนี้เองจะถูกกำจัดออกไปโดยกระบวนการอบแห้งหรือตากแห้ง

2. การหดตัว กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งไม่จำเป็นต้องการเนื้อที่น้อยกว่าของอาหารสด อาหารแช่เยือกแข็ง หรืออาหารกระป๋อง โดยเฉพาะถ้าสามารถจัดเก็บในหีบห่อภาชนะ เนื่องจากการหดตัวของผลิตภัณฑ์จึงทำให้ใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บน้อยและสามารถจัดเก็บในบรรจุที่มีเนื้อที่อยู่อย่างจำกัดได้

3. ความคงตัวที่สภาวะการเก็บ ผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งต้องใช้ตู้เย็นระหว่างการเก็บ (ไพบูลย์, 2532) อย่างไรก็ดีการอบแห้งพบว่ามีข้อเสียเปรียบอยู่บ้าง แม้ว่าบางข้อจะสามารถแก้ไขโดยวิธีอบแห้งสมัยใหม่และการปฏิบัติก่อนการอบแห้งก็ตาม ซึ่งข้อเสียเปรียบมีดังนี้

3.1 ความไวต่อความร้อน เนื่องจากอาหารส่วนมากมีความไวต่อความร้อนในระดับหนึ่งและสามารถพัฒนาให้เกิดกลิ่นรสไหม้ขึ้นได้ ถ้าควบคุมสภาวะไม่เหมาะสม

3.2 เกิดการสูญเสียกลิ่นรสที่ระเหยได้และเกิดการฟอกสีของผลิตภัณฑ์ได้

3.3 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ซึ่งรวมถึงการเกิดการแห้งกรอบอันเนื่องจากการหดตัว

3.4 เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้นและนอกจากนี้ยังเกิดออกซิเดชันของไขมัน

3.5 เกิดการเสื่อมเสียอันเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ ถ้าหากว่าอัตราการอบแห้งเริ่มต้นช้าหรือปริมาณความชื้นสุดท้ายมีค่าสูง หรือเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่บรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง (ไพบูลย์, 2532)

ทฤษฎีการระเหยของน้ำในอาหารระหว่างการตากแห้ง

1. ขณะที่น้ำระเหยจากผิวที่เปียก โดยซึมจากรูเล็ก ๆ ที่ผิวอาหาร ซึ่งเดิมที่มีน้ำอยู่เต็มการดูดซึมเป็นแบบ capillaries ส่วนที่เป็นของแข็งจะถูกดูดมาชิดกันภายใต้แรงตึงผิว ซึ่งมีผลไป

จนถึงจุดศูนย์กลางของอาหารปริมาตรของอาหารที่หดตัวจะเท่ากับปริมาตรน้ำที่ระเหยไป เพราะฉะนั้นอัตราเร็วของการตากแห้งต่อหน่วยพื้นที่จะคงที่

2. ส่วนที่ประกอบเป็นโครงสร้างของอาหาร เริ่มมีการเปลี่ยนรูปร่างโดยเข้ามาร่วมกันและเนื้อที่จะลดลงไปเมื่อน้ำระเหยไปมากขึ้น อาหารจะมีแรงต้านต่อการเปลี่ยนรูปร่างมากขึ้น น้ำภายในเคลื่อนที่สู่ผิวหน้าโดย molecular diffusion ผ่านอากาศใน capillaries ที่เปิดอยู่

3. ชั้นของน้ำภายในที่มีอยู่หนาแน่น จะเปลี่ยนเป็นลูกโซ่ไปมาได้ ในส่วนของแข็งที่เปียกอยู่ น้ำจะผ่านจากที่ ๆ มีโมเลกุลหนาแน่นไปยังที่ที่มีจำนวนโมเลกุลน้อยกว่า (ผิวของอาหาร) ดังนั้น ชั้นของน้ำภายในค่อย ๆ ลดจำนวนโมเลกุลลงจนเหลือเพียงชั้นเดียว จับกับชั้นผิวในอย่างสม่ำเสมอ ส่วนใหญ่จับเป็นหมู่ ๆ ภายใต้ส่วนที่เป็นของแข็ง (นงนุช, 2538)

เครื่องทำแห้งด้วยลมร้อน (Hot-air dryers)

เครื่องอบแห้งแบบถาด

เครื่องอบแห้งแบบถาดประกอบด้วยถาดเตี้ย ๆ ที่มีช่องตาข่ายอยู่ด้านล่างและบุเครื่องด้วยฉนวน ในแต่ละถาดจะบรรจุอาหารชิ้นบาง ๆ ขนาด 2.0-6.0 เซนติเมตร อากาศร้อนจะไหลเวียนอยู่ในตู้ที่ความเร็วลม 0.5-5.0 เมตร/วินาที/เมตร^2 มีระบบท่อหรือแบฟเฟิล เพื่อนำลมร้อนขึ้นไปด้านบนหรือด้านข้างของถาดเพื่อให้ลมร้อนกระจายอย่างสม่ำเสมออาจมีการติดตั้งเครื่องทำความร้อนเพิ่มด้านบนหรือด้านข้างของถาดเพื่อเพิ่มอัตราการทำแห้ง นิยมใช้เครื่องอบแห้งแบบถาดในการผลิตอาหารในปริมาณต่ำ (1.0-20.0 ตัน/วัน) หรือสำหรับใช้ในโรงงานต้นแบบ เครื่องอบชนิดนี้ใช้เงินลงทุนและค่าดูแลรักษาต่ำแต่ควบคุมดูแลยาก และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่สม่ำเสมอ (วิไล, 2545)

อายุการเก็บรักษาของปลาเค็ม

เนื้อ สัตว์ปีกและอาหารทะเลอบแห้ง อาหารประเภทนี้มีลักษณะการเสื่อมเสียเหมือนกับอาหารอื่น ๆ กล่าวคือ จะเสื่อมเสียอันเนื่องจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ ปฏิกิริยาออกซิเดชันและปฏิกิริยาเอนไซม์ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนต่อไปในระหว่างการเก็บ ปฏิกิริยาการเสื่อมเสียจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงรงควัตถุ การสูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัส การสูญเสียกลิ่นรส ตลอดจนการสูญเสียคุณสมบัติของการคืนตัว

ปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้เกิดเอนไซม์ เป็นปฏิกิริยาเสื่อมเสียที่สำคัญ อัตราของปฏิกิริยาจะช้าลงเมื่อค่าพีเอช อุณหภูมิ และความชื้นมีค่าต่ำ สำหรับออกซิเดชันของไขมันโดยออกซิเจนทำให้เกิดกลิ่นหืน กลิ่นไหม้ การเปลี่ยนสี และการสูญเสียวิตามิน การป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชัน อาจทำได้โดยการกำจัดออกซิเจนหรือใช้อุณหภูมิต่ำ หรือการใช้วัตถุกันหืน ปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นกับปริมาณความชื้น ปฏิกิริยาจะลดลงที่ชั้นโมโน แต่ปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ

ความชื้นมีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าชั้นโมโน เนื้อที่ผ่านการทำให้สุกก่อนจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่ายกว่าเนื้อวัวดิบ แม้ว่าเนื้อสัตว์อื่น ๆ จะมีลักษณะตรงกันข้ามกับปรากฏการณ์ดังกล่าวก็ตาม การเสื่อมเสียของโปรตีนและวิตามินเกิดขึ้นในเนื้อสดได้ดีกว่าในเนื้อที่ผ่านการทำให้สุกและอบแห้ง (ไพบูลย์, 2532)

คุณภาพและการเก็บรักษาอาหารตากแห้ง นอกจากขึ้นกับปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่แล้วยังเกี่ยวข้องกับปริมาณจุลินทรีย์ในอาหารตากแห้งนั้น ๆ จำนวนจุลินทรีย์ในอาหารตากแห้งจะมากหรือน้อยขึ้นกับแต่ละขั้นตอนในการเตรียมวัตถุดิบ ขั้นตอนที่สำคัญได้แก่

1. วิธีการในการ pretreatment เช่น pasteurization, cooking, blanching เพื่อทำลายเอนไซม์และลดจำนวนจุลินทรีย์หรือแม้แต่ในการล้างและการ dressing ถ้าทำไม่ถูกวิธีและไม่รักษาความสะอาดก็ทำให้จำนวนจุลินทรีย์สูงขึ้น

2. วิธีดูแลรักษาวัตถุดิบก่อนตากแห้ง (handling) หลังจากเตรียมวัตถุดิบแล้วต้องนำมาตากแห้งทันทีและพยายามให้มีการจับต้องน้อยที่สุด ถ้าเก็บวัตถุดิบไว้นานหรือมีการจับต้องมากก็จะมีโอกาสปนเปื้อนได้มากขึ้น

3. เวลาที่ในการตากแห้ง ควรใช้เวลาให้น้อยที่สุด โดยไม่ทำลายคุณภาพผลิตภัณฑ์ เพราะถ้าใช้เวลานานจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีโอกาสเสียระหว่างการตากและจุลินทรีย์เจริญได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพต่ำ

4. ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ในอาหารตากแห้งที่มีความชื้นต่ำ ๆ แต่บางครั้งหลังจากตากแห้งแล้วผลิตภัณฑ์ดูดความชื้นกลับเข้าไปใหม่ถ้าเก็บไม่ดี หรือในพวกผลไม้แห้งมักเสื่อมคุณภาพเนื่องจากมีราขึ้น โดยเฉพาะราที่ชอบหรือทนเกลือได้ (halophilic หรือ halotolerant fungi) ที่พบมากคือ *Wallemia, Oospora, Aspergillus* โดยทั่วไปเรียกราพวกนี้ว่า *dun* ซึ่งอาจสร้าง mycotoxin ที่มีอันตรายต่อผู้บริโภคได้และในกระบวนการ metabolism ของราพวกนี้จะคายน้ำ ทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์สูงขึ้น ซึ่งทำให้แบคทีเรียพวกอื่นสามารถเจริญได้ภายหลัง

5. อุณหภูมิที่ใช้ในการตากแห้ง อุณหภูมิสูงจะทำให้จำนวนจุลินทรีย์ลดลงแต่อาหารบางชนิดใช้ความร้อนสูงไม่ได้ เพราะจะทำให้เกิดการไหม้เกรียม (scorch) (นงนุช, 2538)

Thompson, Fox, and Landman (1962) ศึกษาถึงผลของปริมาณความชื้นและอุณหภูมิที่มีต่อคุณภาพของเนื้อดิบอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง พบว่าปริมาณความชื้นร้อยละ1.2-5.1 มีผลกระทบต่ออัตราการคืนตัวเพียงเล็กน้อยหลังจากเก็บไว้ 5 เดือน แต่อุณหภูมิที่เก็บจะมีอิทธิพลมาก กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิสูง จะทำให้อัตราการคืนตัวลดลง

ปริมาณความชื้นและ ค่า A_w มีความสำคัญต่ออัตราของการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ในเนื้อหมูอบแห้งแบบเยือกแข็ง แต่วัตถุกันหืนสามารถใช้ควบคุมออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ได้ (ไพบูลย์, 2532)

การเสื่อมเสียของปลาเค็ม

การเสื่อมเสียคุณภาพของปลาเค็มเกิดขึ้นได้โดยสาเหตุหลัก 4 ประการคือ

1. การเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์

การเสื่อมเสียของปลาเค็มสาเหตุหนึ่งมาจากจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่ a_w ต่ำกว่า 0.75 จะเป็นตัวการทำให้ปลาเค็มเสื่อมสภาพ ได้แก่ แบคทีเรียซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ พวกแกรมบวก เซลล์รูปกลม ไม่เคลื่อนที่ เช่น *Sarcina littoralis* และแกรมบวก เซลล์รูปแท่ง เคลื่อนไหว เช่น *Pseudomonas salinaria* ส่วนแบคทีเรียชอบเกลือจะมีเอนไซม์ย่อยโปรตีนทำให้เกิดกลิ่นเหม็น เรียกการเสียดังกล่าวว่า reddening ซึ่งมีสาเหตุจากการปนเปื้อนของเชื้อที่ติดมากับเกลือ นอกจากนี้การเสียของปลาเค็มอาจเกิดจากยีสต์และราได้เช่นกัน เช่น ยีสต์ที่เป็นสาเหตุของการเสียปลาคอด (cod) เรียกการเสียแบบนี้ว่า dun spoilage เนื่องจากลักษณะของปลาเค็มจะเป็นจุด ๆ สีเทาเข้มหรือสีดำตามลำตัว (นงนุช, 2538)

ตาราง 2 ค่า A_w ต่ำสุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้

ชนิดจุลินทรีย์	ค่า a_w ต่ำสุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้
แบคทีเรีย	0.91
ยีสต์	0.88
รา	0.80
halophilic bacteria	0.75
xerohilic molds	0.65
Osmophilic yeasts	0.60

ที่มา : Zaitsev และคณะ 1969

2. การเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation)

การเสื่อมเสียจากปฏิกิริยา oxidation เป็นการเสื่อมเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากไขมันปลาส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง ซึ่งขั้นแรกจะเกิดที่ชั้นของไขมันใต้ผิวหนัง และจะเกิดสีเหลืองหรือสีน้ำตาล ซึ่งอาจเป็น non-enzymatic browning reaction (Maillard reaction) ในปลาที่ไขมันสูงจะเกิดปฏิกิริยา oxidation ได้เร็วมาก (Castell et al, 1965)

การเกิดการหืนนั้น มีผลเสียต่อผู้บริโภค โดย Castell et al (1965) และ Eriksson (1987) รายงานว่า คุณค่าทางโภชนาการของไขมัน โปรตีนลดลง รวมทั้งจะสูญเสียวิตามิน เอ และ วิตามิน อี ด้วย ดังภาพที่ 1

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

1. ออกซิเจน โดยปกติออกซิเจนจะไม่ไวต่อปฏิกิริยา ทั้งนี้เนื่องจาก unpaired electron 2 คู่ ที่ทำหน้าที่ป้องกันการทำปฏิกิริยากับโมเลกุล (spin-forbidden) ซึ่งอยู่ในลักษณะ ground state เซลล์สิ่งมีชีวิตจะประกอบด้วยสารประกอบต่าง ๆ ซึ่งจะสามารถทำหน้าที่กระตุ้นออกซิเจน ซึ่งโลหะทรานสิชันก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สามารถเร่งปฏิกิริยาได้

2. โลหะทรานสิชัน โลหะทรานสิชันในสัตว์น้ำที่สำคัญได้แก่ เหล็ก นอกจากนี้ยังมีทองแดง โดยโลหะทรานสิชันในรูปอนุมูลอิสระนั้น (unpaired electron) สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเฟอร์รัสสามารถกระตุ้นออกซิเจนได้

3. เหล็กที่เป็นองค์ประกอบของฮีม โปรตีนฮีมที่มีเหล็กในสภาวะที่เป็นเฟอร์ริก เช่น เมทไมโอโกลบิน หรือเมทฮีโมโกลบิน สามารถทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ แล้วเกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์ที่สามารถช่อให้เกิดหรือเร่งปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชันได้

4. Singlet oxygen ออกซิเจนชนิด singlet oxygen เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาของออกซิเดชันไขมันและน้ำมันในสัตว์น้ำได้ โดยออกซิเจนชนิดนี้อยู่ในสภาวะที่ถูกกระตุ้นและมีพลังงานสูง (excited high energy state) ส่วนใหญ่ปฏิกิริยาออกซิเดชันในกล้ามเนื้อสัตว์น้ำอันมีสาเหตุมาจาก singlet เกิดจากกระบวนการ photosensitization โมเลกุลบางชนิดสามารถดูดซับแสง และถูกเปลี่ยนเป็นสภาวะถูกกระตุ้นที่มีพลังงานสูง เรียกโมเลกุลเหล่านั้นว่า sensitizer ประกอบด้วย riboflavin

5. เอนไซม์ เอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (lipoxygenase) หรือ ไดออกซีจีเนส (dioxygenase) เป็นเอนไซม์ที่เติมโมเลกุลออกซิเจน 1 โมเลกุลที่ตำแหน่งพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเอนไซม์ เช่น ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น

การเกิดออกซิเดชันของไขมันและน้ำมันนั้นจะรวมถึงปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันด้วย ซึ่งปฏิกิริยาชนิดนี้จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เร็วกว่า free radical oxidation (Rawls and VanStanten, 1970) ซึ่งจากศึกษาพบว่าตัวบ่งชี้ทางด้านเคมี ทางด้านกายภาพที่มีผลกระทบต่อการเสื่อมเสียของไขมันชนิดไม่อิ่มตัวได้แก่ แสง (Kristensen et al., 2000) อย่างไรก็ตามการเหนี่ยวนำปฏิกิริยาออกซิเดชันเนื่องจากแสงนั้นไม่เพียงแต่จะเกิดขึ้นเพราะการดูดซับแสงโดยกลุ่ม chromophoric แต่ยังจะสามารถดูดซับโดยสารสีตามธรรมชาติหรือสารที่สังเคราะห์ได้ด้วย จึงเป็นเหตุให้การเกิดเสื่อมเสียได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้มีรายงานพบว่าการเกิดปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันของ linolenate จะเกิดไอโซเมอร์ที่แตกต่างจากการเกิดปฏิกิริยาออโตออกซิเดชันอีกด้วย

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

การยังยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมันในสัตว์น้ำ

การชะลอหรือยังยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมันในสัตว์น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการรักษาคุณภาพของสัตว์น้ำ เนื่องจากภายหลังการตายของสัตว์น้ำมีการเปลี่ยนแปลงมากมาย การยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น (Hutin, 1994)

1. การกำจัดออกซิเจน โดยลดปริมาณออกซิเจนในการสัมผัสกับสัตว์น้ำ
2. การรักษาระบบป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันในธรรมชาติ ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของอาหารจะต้องอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการควบคุมระยะ initiation และระยะ propagation ของปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมัน ซึ่งมีสาเหตุจากโปรออกซิแดนท์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งพบในเนื้อเยื่อ ดังนั้นการหลีกเลี่ยงการทำลายสารต้านออกซิเดชันในธรรมชาติและหลีกเลี่ยงการกระตุ้นโปรออกซิแดนท์ จึงเป็นแนวทางปฏิบัติที่สามารถกระทำได้ บางครั้งมีการเติมสารต้านออกซิเดชันลงไปในสัตว์น้ำเพื่อรักษาสมดุลระหว่างความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันและโปรออกซิแดนท์
3. ลดการเพิ่มของโปรออกซิแดนท์ การเพิ่มของโปรออกซิแดนท์ เกิดจากกระบวนการปลดปล่อยไอออนของเหล็กจากเฟอร์ริตินหรือการกระตุ้นของเฟอร์โรไมโอโกลบินหรือเฟอร์โรฮีโมโกลบินไปเป็นเฟอร์ริก ซึ่งสามารถถูกกระตุ้นโดยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ดังนั้นถ้ามีการเพิ่มขึ้นของปริมาณเหล็กจะต้องรักษาเหล็กให้อยู่ในรูปที่ถูกออกซิไดซ์ (เฟอร์ริก) หรือจะต้องใช้สารที่มีสมบัติในการจับกับอนุมูลเหล็ก เพื่อป้องกันไม่ให้เหล็กสามารถเกิดปฏิกิริยาในวงจรรีดอกซ์ (redox cycling)
4. การป้องกันเบื้องต้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน การฉีกขาดของเนื้อเยื่อมีผลเสียต่อคุณภาพของสัตว์น้ำ ทั้งนี้เนื่องจากมีผลให้ออกซิเจนเข้าไปสัมผัสและทำปฏิกิริยาในระบบได้สูง ดังนั้นจะต้องลดการฉีกขาดของกล้ามเนื้อ ในกรณีที่มีการแล่ การบด จะต้องพยายามลดระยะเวลาการสัมผัสกับออกซิเจน และควรมีการเติมสารป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างรวดเร็ว การเติมสารต้านทานออกซิเดชันเป็นกรรมวิธีป้องกันที่มีความสำคัญอีกวิธีหนึ่ง
5. การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สามารถลดปฏิกิริยาออกซิเดชันทั้งที่มีสาเหตุมาจากเอนไซม์และไม่ใช่เอนไซม์
6. การป้องกันโซเดียมคลอไรด์ ผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นกลไกที่ซับซ้อน และขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ดังนั้นในบางกรณีอาจพบว่า โซเดียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมัน หรืออาจทำหน้าที่เป็นตัวยับยั้งปฏิกิริยาดังกล่าว ถึงแม้ว่าโซเดียมคลอไรด์จัดเป็นสารโปรออกซิแดนท์ บทบาทของโซเดียมคลอไรด์ต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมันมีความสัมพันธ์กับรูปแบบของเหล็ก การออกซิไดซ์เหล็กในรูปเฟอร์รัสซึ่งมีความไวต่อปฏิกิริยา จะมีประโยชน์ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติเป็นโปรออกซิแดนท์ของโซเดียมคลอไรด์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ - 5 มิ.ย. 2555
เลขทะเบียน 246857
เลขเรียกหนังสือ

การใช้สารป้องกันการเกิดปฏิกิริยา (antioxidant) ในปลาเค็ม พบว่ามีปัญหาว่าจะใช้อย่างไรจึงจะได้ผลดีที่สุด โดยในการผลิตปลาทูเค็ม การใช้สารกันหืนเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยป้องกันการเสียของปลาทูเค็ม ซึ่งมีสาเหตุมาจากการเติมออกซิเจน ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน (rancidity) (มนัส, 2522)

สารกันหืนที่มีรายงานว่าใช้ได้ผลดีในปลาเค็มคือ propyl gallate (PG), nordihydroguaiaretic (NDGA) แต่ BHT และ BHA ได้ผลน้อย สำหรับการป้องกันการเกิดสีน้ำตาล ทำได้โดยใช้วิธีจุ่มปลาใน ascorbic acid เข้มข้นร้อยละ 1 (Tanikawa, 1985)

การเกิด nitrosamine

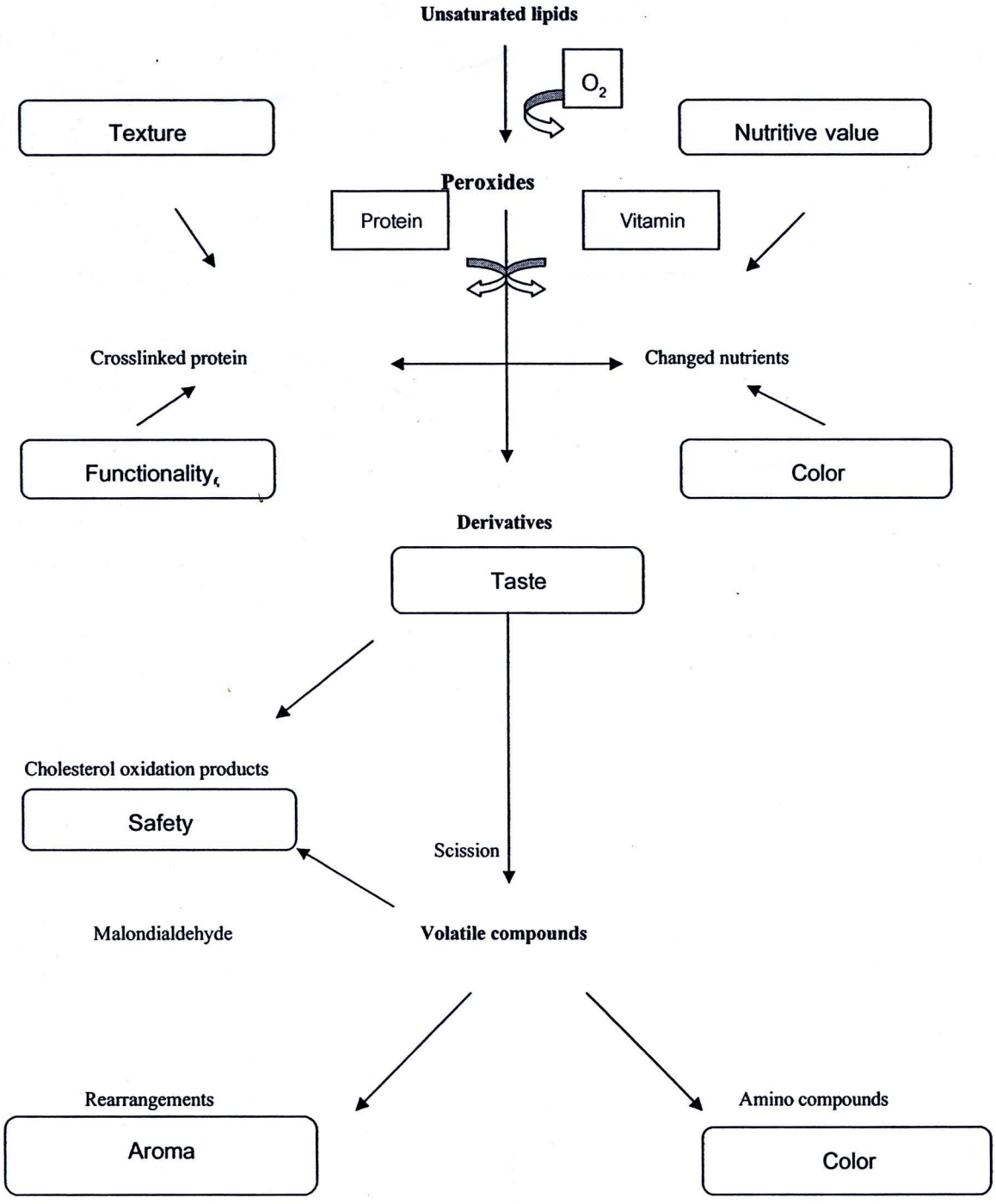
ในกรณีที่สารประกอบไนไตรท์ทำปฏิกิริยากับ amino group จะเกิดสารประกอบ nitrosamine ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดมะเร็ง (carcinogen)

ไนไตรท์อาจมาจากแหล่งต่างๆ เช่น ปะปนในเกลือในรูปของโซเดียมไนไตรท์ หรือ โซเดียมไน เตรท หรือมาจากน้ำที่ใช้ หรือผู้ผลิตจงใจเติมดินประสิวในระหว่างการใส่เกลือเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดง

การเสื่อมเสียจากแมลง

ปัญหาการเสื่อมเสียจากแมลงวันในปลาเค็มเป็นปัญหาที่ผู้ผลิตส่วนใหญ่ในประเทศเขตร้อนต้องประสบปัญหาอยู่โดยเฉพาะในฤดูฝน ทำให้มีการใช้ยาฆ่าแมลงในปลาเค็ม (นงนุช, 2538) ซึ่งเป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค

เนื่องจากสาเหตุการเสื่อมเสียข้างต้น จะเห็นได้ว่าจะเกิดเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นสำคัญ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ปลาเค็มตากแห้งนั้น มักจะเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชัน ประกอบกับการศึกษาผลของปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันต่อผลิตภัณฑ์ประมงนั้นยังมีข้อมูลอยู่น้อย ทางคณะผู้วิจัยจึงได้จัดทำโครงการวิจัยนี้ขึ้นเพื่อศึกษาผลของปฏิกิริยาดังกล่าว รวมทั้งผลจากการศึกษาในครั้งนี้จะสามารถยกระดับมาตรฐานการผลิตและคุณภาพของปลาเค็มตากแห้งให้มีศักยภาพในการแข่งขันทางด้านการตลาดมากขึ้น



ภาพ 1 Lipid oxidation in foods systems (ดัดแปลงจาก Eriksson, 1987)

การเสื่อมคุณภาพทางกายภาพ

การเสื่อมคุณภาพทางกายภาพเนื่องจากถูกกัดกินและเจาะไชโดยแมลงเช่น แมลงวัน มด ตัวขมวน (Dernestes spp.) ช่วงที่แมลงก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลิตภัณฑ์มากที่สุด คือ ระยะฟักตัวเป็นหนอน เพราะจะกัดกิน เจาะไช ทำให้เนื้อปลาพรุนเป็นโพรงเสียหาย (นงนุช, 2538)

การเปลี่ยนแปลงค่าสี *L* a และ *b****

สีและการเปลี่ยนสีของอาหารมีความสำคัญต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ถึงแม้ว่าสีจะไม่บ่งบอกถึงคุณค่าทางอาหาร รส หรือคุณสมบัติในการนำไปใช้งาน แต่สีให้ความสำคัญในแง่ของความชอบของผู้บริโภค สีในอาหารเกิดจากเมล็ดสีเช่น ไมโอโกลบินในเนื้อสัตว์หรือเกิดจากสารที่ไม่ใช่เม็ดสีเช่น การเกิดสีน้ำตาลเมื่อนำน้ำตาลไปเคี่ยว เป็นต้น สีอาหารอาจเกิดจากสีโดยธรรมชาติหรือเป็นการแต่งแต้มสีโดยตั้งใจของผู้ผลิต ในเรื่องของอาหารสีจะบ่งบอกถึงความแตกต่างของความแก่-อ่อน (maturity) ของผักและผลไม้บางชนิดได้ดี บางครั้งอาจใช้สีอาหารเป็นดัชนีในการคัดเลือกวัตถุดิบ ควบคุมขั้นตอนการผลิต และจัดแบ่งชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ดังนั้นจึงเกิดความจำเป็นในการคิดค้นวิธีการวัดสีอาหารและผลิตภัณฑ์

การวัดสีโดยระบบสีของฮันเตอร์ (Hunter Color System)

ระบบสีของฮันเตอร์ประกอบด้วยตัวแปรของสี 3 ตัวคือ *L**, *a**, *b** ซึ่งมีความหมายดังนี้

*L** คือ ความสว่างของสี ซึ่งมีค่ามาจาก 0.0 คือสีดำ ถึง 100.0 คือสีขาว

*a ** คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเขียวและสีแดง ที่อยู่ในตัวอย่างโดยค่า a+ แสดงถึงความเป็นสีแดง ค่า a- แสดงถึงความเป็นสีเขียว

*b** คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน ที่อยู่ในตัวอย่างโดยค่า b+ แสดงถึงความเป็นสีเหลือง ค่า b- แสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน (จิตธนา, 2545)

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ตากแห้ง (นงนุช, 2538)

ผลิตภัณฑ์ตากแห้งจะเก็บไว้ได้นาน ถ้าเก็บในที่ ๆ มีความชื้นและอุณหภูมิต่ำ การใช้บรรจุภัณฑ์ที่ดีจะช่วยยืดอายุการเก็บ ภาชนะที่บรรจุปิดมิดชิดป้องกันการปนเปื้อนจากแมลงและสัตว์อื่น ๆ ถ้าความชื้นในอากาศสูงและไม่ได้เก็บผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุที่ป้องกันการซึมผ่านของอากาศและไอน้ำ ผลิตภัณฑ์ก็จะดูดความชื้นและทำให้จุลินทรีย์มีโอกาสเจริญบนผลิตภัณฑ์ได้ง่าย ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูงอาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันทำให้เกิดกลิ่นหืน ถ้าเก็บในลักษณะเป็นสุญญากาศจะเก็บได้นานขึ้น Baker (1993) พบว่าประมาณว่าร้อยละ 25.0 ของปลาแห้งจะเสื่อมคุณภาพไประหว่างการเก็บรักษา

สภาวะการเก็บรักษาปลาเค็มแห้ง

สถานที่เก็บรักษาปลาเค็มแห้งควรจะเป็นที่แห้งและเย็น อากาศถ่ายเทได้สะดวกสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเก็บรักษา คืออุณหภูมิ 10.0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65.0-70.0 ในสภาวะนี้จะสามารถเก็บรักษาปลาเค็มแห้งไว้นาน 3.0-6.0 เดือน ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าร้อยละ 65.0 ปลาเค็มแห้งจะเสียน้ำหนักและมีลักษณะแห้งแข็งมีผลึกเกลือจับที่ผิวนอก แต่ถ้าเก็บในที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินกว่าร้อยละ 75.0 ปลาจะดูดความชื้นจากอากาศซึ่งจะทำให้จุลินทรีย์โดยเฉพาะเชื้อราสามารถที่จะเจริญเติบโตได้และสำหรับปลาเค็มแห้งที่มีไขมันสูงซึ่งจะเสื่อมคุณภาพเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ง่ายนั้น จะต้องเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาปลาเค็มแห้งควรมีลักษณะที่สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงความชื้นของปลาเค็มแห้งและป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดีมีความแข็งแรงทนทานต่อการทิ่มแทงจากส่วนแหลมคมของปลาเค็มแห้งและแรงกระทบกระแทกที่เกิดขึ้นในระหว่างการขนส่ง นอกจากนี้จะต้องมีราคาเหมาะสมกับต้นทุนการผลิตของปลาเค็มแห้ง

บรรจุภัณฑ์ที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบันได้แก่ เข่งไม้ไผ่ ลังไม้ กล่องกระดาษลูกฟูก (corrugated box) กระสอบปอและกระสอบใยสังเคราะห์ (polyethylene woven sacis) โดย บรรจุภัณฑ์เหล่านี้จะทำหน้าที่ป้องกันการเสียหายจากแรงกระทบกระแทก (mechanical domage) ขณะที่ทำการขนส่งเท่านั้นแต่ไม่สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ แมลงและสัตว์ตัวอื่น ๆ ที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายซึ่งอาจแก้ไขได้โดยการใช้บรรจุภัณฑ์จำพวกพลาสติกเข้าไปเสริมเพื่อให้ประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์เพียงพอที่จะรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาเค็มแห้งในบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีสภาวะสุญญากาศจะช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งจะลดการหืนของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาและยังป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องใช้อากาศในการเจริญเติบโต (aerobic microorganism) บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ควรมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดีและมีลักษณะ flexible ซึ่งจะช่วยป้องกันการเกิดช่องว่างระหว่างบรรจุภัณฑ์กับผลิตภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์

การดัดแปลงบรรยากาศ

การเก็บรักษาสัตว์น้ำภายใต้สภาวะดัดแปลงบรรยากาศมีบทบาทสำคัญเพิ่มขึ้นในการยืดอายุการเก็บสัตว์น้ำ การดัดแปลงบรรยากาศสามารถทำได้หลายวิธี

1. การบรรจุแบบสุญญากาศ
2. การบรรจุแบบปรับสภาพอากาศโดยการเติมส่วนผสมของก๊าซ

3. การใช้สารดูดซับออกซิเจน หรือสารที่ปลดปล่อยไอของเอทานอล
(Ashie, Smith, and Simpson, 1996 อ้างอิงใน สุทธวัฒน์, 2548)

การบรรจุอาหารภายใต้บรรยากาศของก๊าซ (Gas Packaging)

ความหมายและประวัติ

การบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้บรรยากาศของก๊าซ หรือ Gas Packaging หรือ Gas Exchange Packaging หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้บรรยากาศของก๊าซ ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดและอัตราส่วนของก๊าซชนิดต่าง ๆ นั้นจะแตกต่างไปจากอัตราส่วนที่พบในบรรยากาศปกติ เมื่อประมาณ 30 กว่าปีมานี้ มักเรียกการบรรจุภายใต้บรรยากาศของก๊าซนี้ว่าControlled Atmosphere Packaging แต่เนื่องจากในทางปฏิบัติไม่สามารถควบคุมบรรยากาศรอบ ๆ ผลิตภัณฑ์ให้คงที่ตลอดเวลาได้ จึงมีการจำแนกกระบวนการบรรจุนี้ออกเป็น4 ประเภท เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพบรรยากาศและทำความเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

การบรรจุแบบสุญญากาศ (Vacuum Packaging)

การบรรจุแบบสุญญากาศ (VP) เป็นวิธีการดัดแปลงบรรยากาศที่มีการใช้ในทางการค้ามากที่สุดในระหว่างการปิดผนึกแบบสุญญากาศ ก๊าซออกซิเจนจะถูกกำจัดและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเกิดจากกระบวนการหายใจของจุลินทรีย์จะสะสมในกล้ามเนื้อ โดยออกซิเจนเป็นสาเหตุ หลักสำคัญของการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียรวมทั้งเป็นสาเหตุของการเกิดออกซิเดชัน ปัจจุบันมีการบรรจุสุญญากาศชนิด vacuum skin packaging (VSP) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการบรรจุในถุงสุญญากาศ แต่ลักษณะของถุงมีลักษณะแวววาว (glossy) และไม่มีรอยย่น (สุทธวัฒน์, 2548)

Vacuum Packaging หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สุญญากาศ โดยการดึงเอาอากาศภายในภาชนะบรรจุหรือภายในผลิตภัณฑ์ออกไป และไม่มีการฉีดก๊าซใด ๆ เข้าไปแทนที่ ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในและภายนอกภาชนะ สังเกตได้จากการหดรัดตัวของภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (Flexible form) หรือการยุบตัวของภาชนะประเภท กึ่งคงรูป (Semi-Rigid form)

เหตุผลสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ผู้ประกอบการด้านอุตสาหกรรมอาหารหันมานิยมใช้การบรรจุภายใต้บรรยากาศของก๊าซอย่างมากในทศวรรษนี้ เพราะผู้บริโภคต้องการบริโภคอาหารสดหรืออาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูปน้อยที่สุด (Minimally Processed Food) ซึ่งอาหารเหล่านี้มักมีอายุการเก็บสั้นในสภาพอากาศปกติ จึงต้องมีการช่วยเพิ่มอายุการเก็บโดยการใช้ประโยชน์จากก๊าซในการบรรจุอาหารนั้น ๆ และบางครั้งอาจมีการใช้อุณหภูมิเก็บรักษาต่ำเข้ามาร่วมด้วย (งามทิพย์, 2550)

ในสภาพการบรรจุแบบสุญญากาศที่ดี พบว่าสามารถลดปริมาณออกซิเจนให้เหลือน้อยกว่าร้อยละ 1.0 ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 10.0-20.0 ภายในภาชนะบรรจุ สภาวะดังกล่าวสามารถยืดอายุการเก็บรักษาสัตว์น้ำสดได้นานขึ้น โดยมีผลยับยั้งจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียโดยเฉพาะ *Pseudomonas* และ *Aeromonas* ส่วนในสัตว์น้ำที่ผ่านการแปรรูป เช่น ปลารมควัน หรือปลาหมัก การบรรจุสามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันรวมทั้งลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสี (สุทธวัฒน์, 2548)

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการใช้ก๊าซบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารจะแตกต่างกันออกไปขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์ แต่ทั้งนี้และทั้งนั้นก็เพื่อเป้าหมายหลักเดียวกัน คือ ชะลอหรือป้องกันการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นก่อนเวลาอันควร เราสามารถจำแนกวัตถุประสงค์นี้ออกได้เป็น6 ประการ สำคัญคือ

1. ชะลอหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในอาหาร ปฏิกิริยาที่สำคัญคือปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งเมื่อเกิดกับไขมันจะทำให้อาหารเหม็นหืนเมื่อเกิดกับวิตามินจะทำให้คุณค่าทางอาหารลดลงหรือสีของอาหารซีดจางลง เป็นต้น

2. ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การบรรจุภายใต้บรรยากาศของก๊าซจะช่วยชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียคุณภาพของอาหาร โดยทั่วไปจะใช้ได้ผลดีกับแบคทีเรียที่ชอบอากาศ (Aerobic bacteria) และเชื้อรา (Mold) ส่วนยีสต์ (Yeast) นั้นผลไม่ค่อยชัดเจน

3. ชะลออัตราการหายใจของพืชพืชจะหายใจช้าลงเมื่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศลดลง หรือความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น โดยทั่วไปความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนไม่ควรเกินร้อยละ 1.0-2.0 มิฉะนั้นจะเกิดการหมัก (Fermentation) ทำให้พืชเน่าเสียเร็วขึ้น ส่วนความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าสูงเกินไปอาจเป็นอันตรายต่อเซลล์พืชได้ อัตราส่วนของก๊าซที่ใช้จะขึ้นกับชนิดของพืช

4. ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตและการฟักไข่ของหนอน แมลงต่าง ๆ การบรรจุภายใต้สภาพก๊าซออกซิเจนต่ำจะช่วยชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตและการฟักไข่ของหนอนแมลงต่าง ๆ ที่อาจติดอยู่ในอาหาร เนื่องจากในสภาพไร้ก๊าซออกซิเจนสัตว์เหล่านี้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้

5. รักษาสีแดงของเนื้อ เมื่อเกิดปฏิกิริยาของออกซิจิเนชัน (Oxygenation) ของเม็ดสีไมโอโกลบินในเนื้อ (Myoglobin) จะได้สารชื่อ ออกซิไมโอโกลบิน (Oxymyoglobin) ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เนื้อมีสีแดง สารนี้จะเสถียรดีขึ้นเมื่ออยู่ในบรรยากาศ ที่มีความดันของก๊าซออกซิเจนสูง ๆ

6. ป้องกันการเสียรูปทรงของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์บางประเภทที่ต้องการบรรจุในสภาพไร้ก๊าซออกซิเจน ถ้านำการบรรจุระบบสุญญากาศมาใช้อาจทำให้เกิดความเสียหาย เช่น การแตกหักของชิ้นมันฝรั่งทอด การยุบตัวของขนมปัง เป็นต้น การบรรจุด้วยก๊าซจึงเหมาะสมกว่า และทำให้รูปทรงภาชนะบรรจุสวยงามกว่า

ปัญหาที่พบในสัตว์น้ำซึ่งบรรจุภายใต้สภาวะดัดแปลงบรรยากาศ

1. การยุบตัวของผลิตภัณฑ์ เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ละลายกล้ามเนื้อ ส่งผลให้ความดันภายในภาชนะบรรจุลดลงทำให้ปริมาตรลดลงในกรณีที่รุนแรงอาจส่งผลให้ผนังด้านข้างของภาชนะ บรรจุยุบ นอกจากนี้มีผลให้ลักษณะภายนอกไม่เป็นที่ยอมรับ เกิดรอยเว้าของฝา(concave surface) ดังนั้นอาจแก้ปัญหาโดยการเพิ่มความสูงของภาชนะบรรจุ นอกจากนี้ผู้ผลิตบางรายอาจเพิ่มปริมาณก๊าซให้สูงขึ้น

2. การไหลเยิ้มของน้ำ การใช้คาร์บอนไดออกไซด์ก่อให้เกิดการไหลเยิ้มของน้ำ(exudates หรือ drip) โดยปกติ drip เพียงเล็กน้อยไม่ใช่ปัญหาสำคัญ แต่จะเป็นข้อจำกัดของการบรรจุอาหารดัดแปลงบรรยากาศ ดังนั้นอาจแก้ปัญหาโดยการลดหรือจำกัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์หรือวางสัตว์น้ำบนแผ่นรองที่มีสมบัติในการซับน้ำ (absorbent pad) ภายในบรรจุภัณฑ์ ปลาที่มีไขมันสูงหรือผลิตภัณฑ์รมควันจะมีปัญหาดังกล่าวน้อยแม้เก็บภายใต้สภาวะที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 60.0

3. การเปลี่ยนแปลงสี ปัญหาสำคัญประการหนึ่งของสัตว์น้ำที่เก็บในสภาวะดัดแปลงบรรยากาศ คือ สีจะจาง โดยจะพบมากบริเวณผิวหน้าหรือรอยตัด ทั้งนี้เกิดจากการตกตะกอนของโปรตีนชนิดซาร์โคพลาสมิกที่พีเอชต่ำ ส่วนปลาทั้งตัวอาจพบปัญหาตาขุ่นและสีหนังจะจางลง นอกจากนี้อาจมีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสีของฮีม แต่ปัญหาในการเกิดสีเขียวของปลาเรดสแนปเปอร์จะลดลง สำหรับปลาบางชนิดอาจเกิดปัญหาสีคล้ำหรือสีน้ำตาล (brown discoloration) เมื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนอย่างไรก็ตามการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศสามารถควบคุมการเสื่อมเสียโดยปฏิกิริยาออกซิเดชันของฮีม หรือแคโรทีนอยด์ในสัตว์น้ำ

4. การเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัส การลดลงของน้ำที่จับกับกล้ามเนื้อส่งผลให้มีปริมาณน้ำไหลออกจากกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและทำให้เนื้อสัมผัสมีลักษณะแข็งกระด้างหรือแห้ง ส่งผลให้การยอมรับของผู้บริโภคลดลง (สุทธวัฒน์, 2548)