บทที่ 2
การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. หอยนางรม

หอยนางรม มีชื่อสามัญ คือ Oyster หอยนางรม (วงศ์ Ostreidae) มีหลากหลายสายพันธุ์ แต่มีหอยนางรม 3 ชนิดที่เป็นที่นิยมเลี้ยงกัน คือ หอยนางรมพันธุ์เล็กหรือหอยนางรมปากจีบ (*Saccostrea cucullata*) ซึ่งเลี้ยงกันมากทางภาคตะวันออก ของประเทศไทย ส่วนหอยนางรมอีกสองพันธุ์ที่เหลือ คือ หอยตะโกรม (*Crassostrea belcheri*) และหอยตะโกรมดำ (*C. lugubris*) ซึ่งค่อนข้างมีขนาดใหญ่ การเลี้ยงส่วนใหญ่อยู่ทางภาคใต้ อนุกรมวิธานของหอยนางรม ได้แก่

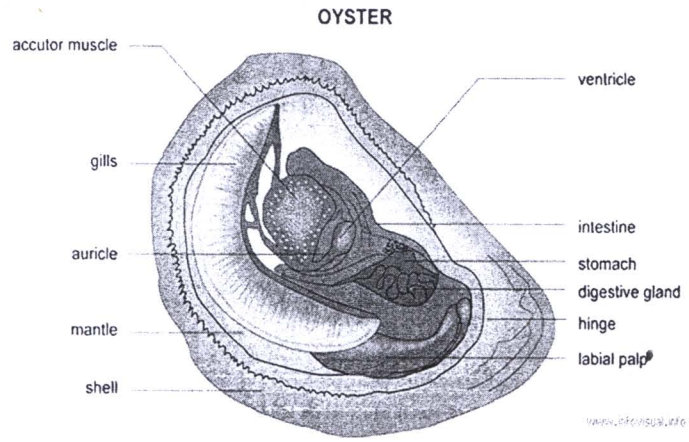
Phylum Mollusca
Class Bivalvia หรือ Pelecypoda
Subclass Pteriomorphia
Order Ostreoida
Family Ostraeidae
Genus Ostrea (วันทนา อยู่สุข, 2541)

1.1 ลักษณะทั่วไปของหอยนางรม

หอยนางรมถูกจัดอยู่ใน วงศ์ Ostreidae เป็นหอยสองฝาที่เปลือกทั้งสองข้างมีขนาดไม่เท่ากัน โดยเปลือกด้านล่างมีขนาดใหญ่ ลักษณะเป็นถ้วย ส่วนเปลือกด้านบนมีขนาดเล็ก และแบนเรียบ ลักษณะเปลือกมักมีรูปร่างยาวรีหรือค่อนข้างกลม แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ที่หอยเกาะติดอยู่ เช่น ก้อนหิน เสาหิน หน้าผา ซากปะการัง เปลือกหอยที่ตายแล้ว หรือตามลำต้นและรากของต้นไม้บริเวณป่าชายเลน ส่วนสีของเปลือกนั้นพบว่า เปลือกด้านนอกมีสีแตกต่างกันไป ตั้งแต่สีขาวคล้ำ สีเทา หรือสีม่วง ด้านในของเปลือกมักมีสีขาวขุ่นหรืออาจมีสีอื่นปะปนบ้าง บางชนิดเป็นเงามัน (สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546)

เมื่อเปิดเปลือกออก ภายในเปลือกประกอบด้วยลำตัวของหอยที่มีเนื้อเยื่อบางๆ ห่อหุ้มตัวทั้งสองข้างซึ่งเรียกว่า แผ่นเนื้อแมนเติล (mantle) ลักษณะเป็นแผ่นบางแผ่ขยายคลุมถึงช่องปากและ labial palp โดยลักษณะขอบของแมนเติลและลักษณะของ labial palp ใช้จำแนกชนิดของหอยนางรมได้ โดยเฉพาะลักษณะของเส้นหนวด ความยาวของเส้นหนวดและลักษณะการเรียงตัวของเส้นหนวดบนขอบแผ่นเนื้อแมนเติล เหงือกเป็นอวัยวะที่ใช้กรองอาหารมีอยู่ 2 คู่ (4 แถว) หอยนางรมกินอาหารด้วยการกรองอาหารจากน้ำ โดยน้ำไหลผ่านเข้ามาในช่องแมนเติล ไหลผ่านเหงือกและออกไป

ทางท่อน้ำออก อาหารต่างๆ ที่พัดมากับน้ำจะติดบนซี่เหงือก อาหารที่มีขนาดใหญ่จะตกลงในช่องแมนเติลตอนล่างและถูกขับออกทางท่อน้ำออก ส่วนอาหารเป็นอนุภาคขนาดเล็กจะมีเมือกมาปกคลุมและมีหนวดเส้นเล็กๆ คอยพัดให้อนุภาคสารอาหารเหล่านี้เข้าสู่ทางเดินอาหาร นอกจากเหงือกจะทำหน้าที่เป็นอวัยวะที่ใช้กรองอาหารจากน้ำแล้ว ยังทำหน้าที่ในการหายใจและช่วยในการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย ส่วนบริเวณกึ่งกลางลำตัวของหอยมีกล้ามเนื้อยึดเปลือก ซึ่งทำหน้าที่ปิดเปิดเปลือกโดยมีรูปร่างแตกต่างกันไปในหอยนางรมแต่ละชนิด ส่วนถัดเข้าไปนั้นเป็นลำตัวที่รวมอวัยวะต่างๆ อยู่ภายใน ได้แก่ ระบบประสาท ระบบขับถ่ายของเสีย ระบบเลือดและระบบสืบพันธุ์ อวัยวะเป็นเนื้อสีขาวปกคลุมกระเพาะอาหาร ลักษณะลำตัวหอยนางรมในเปลือกแสดงดังภาพที่ 2 - 1 ช่องทางออกของเซลล์สืบพันธุ์ (promyal passage) ใช้ในการจำแนกชนิดของหอยนางรมโดยที่หอยนางรมบางชนิดโดยเฉพาะหอยนางรมทั้ง 3 ชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจจะมีช่องทางออกของเซลล์สืบพันธุ์ภายนอกตัว (fertilization) ของไข่และอสุจิเกิดในทะเล นอกจากนี้ลักษณะของหัวใจ - และระบบทางเดินอาหารก็ถูกนำมาช่วยในการจำแนกชนิดของหอยนางรมได้เช่นกัน (สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546)



ภาพที่ 2 - 1 อวัยวะภายในส่วนต่าง ๆ ของหอยนางรม
ที่มา : Bernard (2005)

หอยนางรม เป็นอาหารทะเลที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายและเป็นอาหารที่จัดได้ว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง ส่วนเปลือกหอยยังทำเป็นปูนขาว ซึ่งใช้ประโยชน์ในการก่อสร้าง เกษตรกรรม รวมทั้งอุตสาหกรรมหลายประเภท เนื้อหอยนางรมนอกจากจะใช้รับประทานสดและปรุงอาหารในเมนูที่หลายหลายแล้ว ยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปได้ เช่น

หอยนางรมดอง น้ำมันหอย และยังสามารถสร้างเครื่องประดับอย่างไข่มุกได้อีกด้วย (สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546)

1.2 แหล่งเพาะหอยนางรมและคุณค่าทางเศรษฐกิจ

การเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทยเริ่มขึ้นครั้งแรก ประมาณปี พ.ศ. 2485 ที่จังหวัดจันทบุรี และเพาะเลี้ยงกันเรื่อยมาจนในปัจจุบัน พบว่า หอยนางรมที่เลี้ยงกันอยู่มี 3 ชนิด คือ หอยตะโกรมกรามขาว *Crassostrea belcheri* (Sowerby, 1871) หอยตะโกรมกรามดำ *Crassostrea lugubris* และหอยนางรมปากจีบ (*Saccostrea cucullata*) ภาคตะวันออกของประเทศไทยนิยมเลี้ยงหอยนางรมพันธุ์พื้นเมือง ได้แก่ หอยนางรมปากจีบ (ไพโรจน์ พรหมานนท์ 2530, เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์ และคณะ 2528, บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2540) หอยนางรมที่พบในประเทศไทยมีการวางไข่ตลอดปี ปริมาณการวางไข่มีมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับชนิด และแหล่งที่อยู่ เช่น หอยตะโกรมที่แม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี มีการวางไข่มากที่สุดในเดือนตุลาคม - ธันวาคม ส่วนหอยนางรมปากจีบขนาดเล็กที่ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี วางไข่ 3 ช่วง คือ ช่วงแรกเดือนมีนาคม - เมษายน ช่วงที่ 2 เดือนมิถุนายน – กรกฎาคม และช่วงที่ 3 เดือนกันยายน - ตุลาคม (เครือข่ายกาญจนาภิเษก, 2542) สำหรับการเพาะเลี้ยงหอยนางรมในเขตจังหวัดจังหวัดชลบุรี ในปี พ.ศ. 2550 พบว่า มีปริมาณการผลิต 790 ตัน จาก 74 ฟาร์ม คิดเป็นเนื้อที่ 264 ไร่ สามารถสร้างมูลค่าได้ 332.9 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2551 มีปริมาณการผลิต 810 ตัน จาก 78 ฟาร์ม เนื้อที่ 276 ไร่ คิดเป็นมูลค่า 356.8 ล้านบาท ขณะที่ในปี พ.ศ. 2552 มีปริมาณการผลิตเป็น 800 ตัน จำนวน 78 ฟาร์ม เนื้อที่ 276 ไร่ สร้างมูลค่าได้ 343.5 ล้านบาท (กรมประมง, 2552)

1.3 คุณค่าทางโภชนาการของหอยนางรม

หอยนางรมสดมีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 17.11 ไขมันร้อยละ 0.32 ความชื้นร้อยละ 72.95 เถ้าร้อยละ 2.19 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 6.96 (นริศรา รักษ์ผล, 2552) ในเกลือแร่นั้นประกอบด้วย วิตามิน แร่ธาตุต่างๆ ดังตารางที่ 2 - 1

ตารางที่ 2 - 1 ปริมาณเกลือแร่และวิตามินของหอยนางรมและหอยแมลงภู่ (มก./กก.น้ำหนักสด)

เกลือแร่และวิตามิน	หอยนางรม	หอยแมลงภู่
แคมเซียม	370 - 1790	48 - 1400
เหล็ก	2.5 - 55	48 - 188
โปแตสเซียม	910 - 2000	1130
ฟอสฟอรัส	100- 2350	550 - 2500
แมกนีเซียม	200 - 900	1170
ไอโอดีน	0.2 - 4	1.5
วิตามิน C	8	17
วิตามิน B1	0.3	-
วิตามิน B2	0.15	-

ที่มา : บรรจง เทียนส่งรัศมี (2542)

2. การรมควัน

การรมควันเป็นกระบวนการแปรรูปอาหารที่ใช้ความร้อนควบคู่ไปกับการใช้ควันไฟ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์แห้งและมีกลิ่นรสของควันไฟ การรมควันอาจมีต้นกำเนิดมาจากชาวอินเดียแดงที่แขวนเนื้อสัตว์ไว้บนส่วนสูงของเต็นท์หรือกระโจม เมื่อติดไฟเพื่อใช้ความร้อน ควันไฟที่เกิดขึ้นได้ลอยไปเกาะที่ผิวเนื้อที่แขวนไว้ ซึ่งช่วยทำให้รสชาติของเนื้อสัตว์ดีขึ้น วัตถุประสงค์ของการรมควัน คือ เพื่อการถนอมรักษาเนื้อสัตว์โดยช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสดีขึ้น และยังเป็นการป้องกันผลิตภัณฑ์ไม่ให้มีกลิ่นเหม็นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ผลิตภัณฑ์จะถูกทำให้สุกและรมควันไปพร้อมกัน โดยความร้อนจะทำให้เนื้อสัตว์สุก และควันเป็นตัวที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลที่คงตัวขึ้นบนผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ สีน้ำตาลที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด โดยกรดอะมิโนอิสระจากโปรตีนหรือสารประกอบไนโตรเจนที่มีในเนื้อสัตว์ เข้าทำปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอกซิลจากน้ำตาล และสารคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ และสารประกอบต่าง ๆ ในควันไฟจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสเฉพาะตัวเกิดขึ้น ควันไฟที่ดีได้มาจากไม้เนื้อแข็ง โดยไม้ที่นิยมใช้กันมากในยุโรป ได้แก่ ไม้จากต้นฮิกคอรี แอปเปิ้ล พลับ โอ๊ค และเมเปิ้ล หรือไม้อื่นๆ ที่ไม่มียาง สำหรับประเทศไทย นิยมใช้ขี้เลื่อยไม้สักหรือขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งต่างๆ หรืออาจใช้ซังข้าวโพด และชานอ้อยก็ได้ ควันไฟประกอบด้วยสารเคมีต่างๆ มากกว่า 200 ชนิด ที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่ซับซ้อนซึ่งมีความสำคัญต่อการเกิดกลิ่นรสและการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ ดังนี้ ฟอร์มัลดีไฮด์ 25 - 40 ส่วนในล้านส่วน (ppm) กรดฟอร์มิก 90 - 125 ppm

กรดอะซิติก 460 - 500 ppm ฟีนอล 20 - 30 ppm คีโตน 190 - 200 ppm เรซินและแวกซ์ มากกว่า 1000 ppm องค์ประกอบที่สำคัญในควันไฟที่มีผลต่อการถนอมและช่วยให้เกิดกลิ่นรสขึ้นในผลิตภัณฑ์ คือ ฟีนอล (phenols) และฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) โดยสารประกอบในกลุ่มฟีนอลจะทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันการเกิดการเหม็นหืน (antioxidant) และช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ส่วนสารประกอบในกลุ่มฟอร์มัลดีไฮด์จะช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์บนชิ้นผลิตภัณฑ์ แบคทีเรียชนิดที่ไม่มีสปอร์ (non - spore forming bacteria) จะถูกทำลายลงไปเป็นส่วนใหญ่เมื่อใช้เวลารมควันได้นาน 0.5 - 2 ชั่วโมงและถูกทำลายหมดไป รมควันนาน 3 ชั่วโมง (คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 2549)

2.1 วิธีการรมควัน

วิธีการรมควันที่นิยมใช้กับเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากเนื้อสัตว์มี 4 วิธี ได้แก่ การรมควันเย็น การรมควันร้อน และการใช้ควันน้ำ และการใช้ผงรมควัน

2.1.1 การรมควันเย็น

การรมควันเย็น (cold smoking) เป็นการรมควันโดยใช้อุณหภูมิที่ไม่สูงมาก อาจมีการป้องกันไม่ให้เนื้อสัมผัสถูกความร้อนมากนัก โดยวางเนื้อสัตว์ให้อยู่สูงหรือห่างจากกองไฟและใช้ขี้เลื่อยคลุมกองไฟ หรือใช้แผ่นโลหะกันไม่ให้ความร้อนผ่านมายังชิ้นเนื้อ อุณหภูมิในตู้รมควันไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส และเนื่องจากการรมควันใช้ความร้อนต่ำ จึงต้องใช้ระยะเวลาในการรมควันนานตั้งแต่ 24 ชั่วโมง จนถึง 2 สัปดาห์ การรมควันโดยวิธีนี้ถ้าจะให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นควันใช้เวลาเพียงแค่ 24 ชั่วโมงก็เพียงพอ แต่หากต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น ต้องรมควันด้วยระยะเวลานานมากกว่า 1 สัปดาห์ขึ้นไป

2.1.2 การรมควันร้อน

การรมควันร้อน (hot smoking) เป็นการรมควันที่ใช้อุณหภูมิสูงขึ้น โดยการแขวนเนื้อสัตว์หรือวางไว้ใกล้กับไฟ ที่มีอุณหภูมิในช่วง 60 ถึง 120 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 - 4 ชั่วโมง เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จะสุกสามารถรับประทานได้ทันทีหรือหากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะมีสามารถเก็บได้เป็นเวลานาน (คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 2549)

2.1.3 การใช้ควันน้ำ

ปัจจุบันมีการผลิตควันน้ำ (liquid smoke) ขึ้นเพื่อใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อ ซึ่งมีข้อดีกว่าควันไฟธรรมดาหลายประการ และมีความสะดวกต่อการใช้มากกว่าการรมควันแบบเดิม เพียงใช้ควันน้ำพ่นลงบนผลิตภัณฑ์ก่อนการทำให้สุก จะทำให้มีกลิ่นควันติดอยู่กับผลิตภัณฑ์ได้โดยไม่ต้องมีเครื่องผลิตควันในตู้อบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นควันที่สม่ำเสมอ และยังมีความคงตัวดีกว่าควันไฟ สามารถกำจัดส่วนขององค์ประกอบของควันที่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็งในร่างกายผู้บริโภคได้ และ

ยังทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ได้ง่ายกว่าควันไฟ ซึ่งการผลิตควันน้ำนั้นสามารถเตรียมได้จากไม้เนื้อแข็งที่ประกอบด้วยสารระเหยได้ และสารประกอบฟีนอล กรดอินทรีย์ สารประกอบคาร์บอนิล และแอลกอฮอล์ อย่างไรก็ตาม ควันน้ำต้องไม่มีสารพวกโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน โดยเฉพาะเบนโซไพรีน การใช้ควันน้ำนั้นควรเจือจางกับน้ำ น้ำส้มสายชู หรือกรดซิตริกก่อนพ่นลงไปบนผลิตภัณฑ์ การเตรียมสารละลายสามารถทำได้โดยใช้ควันน้ำ 20 - 30 ส่วน กรดซิตริกหรือน้ำส้มสายชู5 ส่วน และน้ำ 65-75 ส่วน กรดอินทรีย์ที่เติมลงในควันน้ำช่วยทำให้เกิดผิวนอกที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคในกลุ่มของผลิตภัณฑ์พวกแฟรงค์เฟอเตอร์และไส้กรอกขนาดเล็ก (คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 2549)

2.1.4 ผงรมควัน

ผงรมควัน (smoked powder) ผลิตได้จากการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีการแปรรูปแบบ spray drying process และการทำแห้งของน้ำมัน โดยนำกลิ่นรมควันที่สกัดมาจากกรรมวิธีทางธรรมชาติมาผสมกับ anticaking-agent ที่ได้จากวัตถุดิบตามธรรมชาติ ก่อนนำไปแปรรูปออกมาเป็นผงแห้ง กลายเป็นผงกลิ่นควันที่พร้อมต่อการนำไปใช้ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปต่าง ๆ อาทิ ทูน่ากระป๋อง ไส้กรอก เนื้อแปรรูป ขนมคบเคี้ยว และซุปกึ่งสำเร็จรูป เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ควันผงจะอยู่ในรูปของผงแห้ง สีขาวนวล ใช้ผสมลงในสูตรอาหารในปริมาณเพียงเล็กน้อยจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่มรมควัน ซึ่งไม่รบกวน ต่อรสชาติของอาหารนั้น และการเก็บรักษาผงรมควันนั้น สามารถทำได้ง่ายเช่นเดียวกับการเก็บผงแห้งทั่วไป การใช้ควันผง คือ การลดผลของการแปรรูปอย่างการย่างหรือการรมควันโดยตรงที่อาจก่อให้เกิดสารที่ไม่พึงประสงค์ หรือลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนไปจากการแปรรูป รวมถึงมลภาวะที่เกิดจากการเผาไหม้ เช่น ตัวอย่างของการผลิตไส้กรอกรมควัน ที่สามารถผสมควันผงลงไปกับเนื้อไส้กรอกและต่อไปยังกระบวนการขึ้นรูป จากนั้นจึงนำไปปรุงสุกตามปกติจะได้ไส้กรอกที่มีกลิ่นรมควัน โดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มขั้นตอนและเวลาในการผลิตแต่อย่างใด หรือในการแปรรูปเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะขั้นตอนการหมักที่ทำให้กลิ่นรสต่างๆ แทรกเข้าไปในเนื้อก่อนการนำไปแปรรูป การใช้ควันผงผสมในขั้นตอนนี้จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีกลิ่นหอมของการรมควันติดอยู่ แม้ว่าการแปรรูปผลิตภัณฑ์นั้นจะไม่มีการรมควันโดยใช้การเผาไหม้ของไม้อยู่เลยก็ตาม หรืออาจนำไปผสมในแป้งชุบทอดของผลิตภัณฑ์ที่มีการชุบแป้งทอดก็ได้ และประโยชน์ของผงรมควันนอกจากการประหยัดเวลา เพิ่มความสะดวกในการผลิตและไม่ก่อให้เกิดมลภาวะหรือสารตกค้างแล้ว ยังสามารถการควบคุมกระบวนการผลิตที่ง่ายกว่าการใช้เทคนิคการรมควันโดยตรง องค์ประกอบทางเคมีในผงรมควันมี ได้แก่ ฟีนอล18 - 22 มิลลิกรัมต่อกรัม (มิลลิกรัม/กรัม) Titrable acidity 5 - 7 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 5 - 6 เปอร์เซ็นต์ Granulometry 140 ไมครอน Benzo(a)pyrène < 1 ไมโครกรัม/กิโลกรัม และ Benzo(a)anthracène < 1ไมโครกรัม/กิโลกรัม (Inthaco, 2011)

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์รมควัน

ปัจจุบันการรมควันเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ดังนั้นปัจจัยที่ต้องควบคุมจะพิจารณาทั้งควันไม้และอาหารที่ถูกนำมารมควัน ควันที่ใช้ในอาหารรมควันนั้นเป็นสารผสมเชิงซ้อน โดยปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบของควัน และส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์รมควัน มีดังนี้

2.2.1 ชนิดของไม้

ไม้เป็นวัสดุให้ควันที่ถูกนำมาเผาเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดของควันและความร้อน ควันจากไม้ต่างชนิดกันจะให้กลิ่นรสเฉพาะตัวแตกต่างกัน ไม้ที่นิยมใช้กันมากในยุโรป ได้แก่ ต้นฮิกคอรี โอ๊ค สำหรับในประไทยนิยมใช้ขี้เลื่อยไม้สักหรือขี้เลื่อยจากไม้เนื้อแข็งอื่นๆ ซังข้าวโพด กาบมะพร้าว และชานอ้อย เป็นต้น การเลือกชนิดของไม้ที่ใช้ในการรมควันขึ้นอยู่กับความต้องการกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์สุดท้าย แต่ไม้บางชนิดไม่เหมาะสมสำหรับนำมาเป็นวัสดุ เช่น ไม้สน ซึ่งเป็นไม้เนื้ออ่อนจะมียางสูง เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุให้ควันจะให้กลิ่นเปรี้ยว (acid flavor) ไม้ที่เหมาะสมสำหรับการรมควันจึงควรเป็นไม้เนื้อแข็งมีลิกนินต่ำและไม่มียาง นอกจากนี้ชนิดของไม้ที่เลือกใช้ยังมีผลต่อความเข้มข้นสีของผลิตภัณฑ์รมควัน ดังนั้นองค์ประกอบและปริมาณความชื้นของไม้มีผลต่อปริมาณสารประกอบคาร์บอนิลในควัน เช่น ไกลโคลิกอัลดีไฮด์ และเมทิลไกลโอซอล นอกจากนี้อุณหภูมิการเผาไหม้ก็มีส่วนสำคัญเช่นกัน (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532) วิวัฒน์ เธียรมนตรี และ ไพรัตน์ โสภโณดร (2532) ศึกษากรรมวิธีการผลิตและยืดอายุการเก็บรักษาปลาฉลามหูดำรมควัน โดยศึกษาถึงวัสดุรมควันที่เหมาะในการผลิตปลาฉลามหูดำรมควัน ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า วัสดุรมควันที่เหมาะสม คือ ชานอ้อย ขณะที่ภาณุรักษ์ คงคำและวิสุทธิ์ ทองย้อย (2543) ศึกษาวิธีการผลิตหอยปะรมควัน พบว่า ผู้ทดสอบมีความชอบด้านสีและความชอบรวมในตัวอย่างที่รมควันด้วยชานอ้อยมากกว่าตัวอย่างที่รมควันด้วยกาบมะพร้าว อย่างไรก็ตามไม่อาจสรุปได้ว่าควันจากไม้ชนิดใดทำให้อาหารมีคุณภาพดีกว่ากันเนื่องจากไม้ชนิดหนึ่งอาจเหมาะสมสำหรับอาหารชนิดหนึ่งแต่อาจไม่เหมาะสมสำหรับอาหารอีกชนิดหนึ่งก็ได้

2.2.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดกลิ่นรสควัน การรมควันที่อุณหภูมิสูง และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเป็นสภาวะที่ผิวของผลิตภัณฑ์แห้งอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้ความสามารถในการดูดซับควันของเนื้อเยื่อลดต่ำลง ดังนั้นอุณหภูมิของการรมควันที่เหมาะสมควรต่ำพอที่จะป้องกันการแห้งเกินไปบริเวณผิวของผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามการรมควันที่อุณหภูมิต่ำสามารถเปลี่ยนคุณสมบัติของกลิ่นได้ คือ การดูดซับสารประกอบฟีนอลที่มีจุดเดือดสูงลดลง ดังนั้นวิธีการรมควันจึงมีความสำคัญต่อการเกิดกลิ่นรสของอาหารรมควัน ซึ่งคุณลักษณะของกลิ่นรสควันในอาหารรมควันเกิดจากสารประกอบฟีนอลดังกล่าวมาแล้วมีอยู่ถึง 20 ชนิดในส่วนไอของควัน แต่ถ้ามีการรมควันที่อุณหภูมิต่ำเกินไปจะได้ฟีนอลเพียง 2 - 3 ชนิดเท่านั้น (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532; Chan et al., 1975)

ภาณุรักษ์ คงคำ และ วิสุทธิ์ ทองย้อย (2543) ได้ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตหอยปะรมควันในสภาวะต่างๆ พบว่า สภาวะที่ดีที่สุดคือการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และรมควันที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการอบแห้ง 5 ชั่วโมง และรมควัน 1 ชั่วโมง

2.2.3 ความชื้นสัมพัทธ์

Chan et al. (1975) รายงานว่า เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในตู้รมควันสูง ผลิตภัณฑ์จะชื้นและสามารถดูดซับควันได้เร็วกว่าสภาวะที่ผิวของผลิตภัณฑ์แห้ง นอกจากนี้ปฏิกิริยาเมลลาร์ดเกิดได้ดีที่ความชื้นสัมพัทธ์สมดุลระหว่างร้อยละ 65 - 75 จากการศึกษาผลของการรมควันแบบร้อนกับการดูดซับควันของชิ้นปลาเมคเรลจะสามารถดูดซับควันได้มากและเร็วกว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์อื่นๆ และ Daum (1979) รายงานว่า ความชื้นที่บริเวณผิวจะส่งผลต่อการเกิดกลิ่นควัน เนื่องจากความชื้นมีความจำเป็นต่อการดูดซับของสารประกอบในส่วนของไอควันเนื้อเยื่อบริเวณผิวหน้าที่มีความชื้นสูงจะดูดซับสารประกอบจากควันส่วนที่ให้กลิ่นรสได้ดีกว่าเนื้อเยื่อที่แห้งหรือมีความชื้นต่ำ

2.2.4 ความเร็วและความหนาแน่นของควัน

เมื่อความเร็วของควันเพิ่มขึ้น อัตราของการดูดซับควันและความเข้มข้นสมดุลของฟีนอลจะมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการหมุนเวียนของควันใกล้อาหารมากขึ้น ทำให้รอบๆ อาหารมีความเข้มข้นของควันสูง และความเข้มข้นของควันที่อยู่รอบๆ อาหารก่อให้เกิดแรงขับทำให้เคลื่อนที่เข้าสู่อาหารมากขึ้น ส่วนความหนาแน่นของควันจะเพิ่มมากขึ้น เมื่ออัตราการรมควันเพิ่มขึ้น (จันทิรา วงศ์วิเชียร, 2548)

2.3 การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์รมควัน

เนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์รมควันเป็นอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture food) มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (A_w) อยู่ระหว่าง 0.60 - 0.90 (Dodds et al., 1992) การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์รมควันเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1 การเกิดออกซิเดชันของไขมัน

การเสื่อมเสียเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อและผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ คือปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเอง (autoxidation) ทำให้เกิดสารประกอบพวกอัลดีไฮด์และคีโตน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ดีในอาหาร แหล่งของกลิ่นรสผิดปกติที่เกิดขึ้น คือกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่อยู่ในเนื้อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ โดยเกิดขึ้นตลอดเวลาเหมือนปฏิกิริยาลูกโซ่ ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ได้แก่ ปริมาณออกซิเจน ระดับความไม่อิ่มตัวของไขมัน วัตถุกันหืน โลหะ และตัวเร่งอินทรีย์ เช่น เอนไซม์ กรรมวิธีการแปรรูป ภาชนะบรรจุ แสงสว่าง และอุณหภูมิ สารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในควันมีคุณสมบัติการเป็นสารกันหืน ดังนั้นอาหารรมควันจึงมีการเสื่อมเสียเนื่องจากการเกิดกลิ่นหืนได้ช้าลง คุณสมบัติการเป็นสารกันหืนได้มาจากสารประกอบฟีนอล ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก (2532) และ Daum (1979) กล่าวว่าสาร 2,6 – ไดเม

ทอกซี - 4 - เมทิลฟีนอล และ 2,6 - ไดเมทอกซี - 4 - เอทิลฟีนอล 2,6 - ไดเมทอกซีฟีนอลเป็นองค์ประกอบที่พบมากและได้จากการสลายตัวของไม้เนื้อแข็ง นอกจากนี้ 2,6 - ไดเมทอกซี - ฟีนอลยังมีคุณสมบัติการเป็นสารกันหืนหรือป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมัน โดยสารประกอบฟีนอลกลุ่มนี้มีผลยับยั้งการเข้าทำปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ (free radical) เนื่องจากในโครงสร้างของเมทอกซีฟีนอลมีหมู่อัลคิล (alkyl) และหมู่อัลคีนิล (alkenyl) ทำให้เมทอกซีฟีนอลสามารถละลายในไขมัน ทำให้สารประกอบฟีนอลดังกล่าวสามารถทะลุทะลวงเข้าไปในไขมัน และมีฤทธิ์เป็นสารกันหืนในผลิตภัณฑ์ได้ นอกจากนี้ เมื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลของการรมควันแบบร้อนกับการทำแห้งที่มีต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันของเนื้อกวาง พบว่าในเนื้อกวางรมควันมีค่า TBA ต่ำกว่าเนื้อกวางที่ผ่านการทำแห้ง

Rhee and Myers (2003) ที่ศึกษาการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อแพะบดปรุงรสและไม่ปรุงรสด้วยเครื่องเทศ พบว่า เนื้อแพะบดที่ไม่ปรุงรสมีปริมาณ TBARS เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในระหว่างการเก็บรักษาวันที่ 0 และ 3 และเพิ่มขึ้นต่อไปอีกในระหว่างวันที่ 3 และ 6 แต่เนื้อแพะบดปรุงรสมีปริมาณ TBARS ใกล้เคียงและเพิ่มขึ้นหลังจากวันที่ 6 แต่เพิ่มขึ้นไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อแพะบดไม่ปรุงรส เนื่องจากเนื้อแพะบดปรุงรสมีส่วนผสมเป็นเครื่องเทศที่มีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น พริกไทยดำ พริก ปาปริก้า หัวหอม กระเทียม และขมิ้น ส่วนการศึกษาของ Kolodziejska et al. (2002) พบว่า หลังจากวันที่ 21 ของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาแมคเคอเรลรมควันที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 2 องศา - เซลเซียส คะแนนความชอบด้านสีความฉ่ำ กลิ่นรส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง และการเกิดกลิ่นหืนจะเพิ่มขึ้นหลังจากเก็บรักษาได้ 7 วัน

2.3.2 การเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์

Kolodziejska et al. (2002) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหารรมควัน คือ ความเข้มข้นของเกลือในผลิตภัณฑ์ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิและเวลาในการรมควันและความหนาแน่นของควันในระหว่างการรมควัน ซึ่งส่งผลต่อปริมาณการดูดซับสารประกอบในควันบนผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสภายหลังการรมควันและการเก็บรักษาปลาแมคเคอเรลที่ผ่านการรมควันแบบร้อนโดยกำหนดอุณหภูมิภายในเนื้อระหว่างการรมควันไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของเกลือ 14 - 27 กรัม ต่อน้ำ 580 - 670 กรัมต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส และบรรจุในกล่องกระดาษ พบว่าบนผิวหน้าของปลาแมคเคอเรลรมควันมีปริมาณจุลินทรีย์ 0 - 12 โคโลนีต่อกรัม และในเนื้อมีปริมาณจุลินทรีย์ 10 - 240 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าวัตถุดิบเริ่มต้นที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 2 องศาเซลเซียส และระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์บนผิวหน้าปลาแมคเคอ

เรลรมควันไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่หลังจากวันที่ 14 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส พบว่า มีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจาก 1.8×10^{2} โคโลนีต่อกรัม ไปเป็น 1.6×10^{7} โคโลนีต่อกรัม แต่หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทั้งที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 2 และ 8 องศาเซลเซียส พบว่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Chichester and Graham (1973) (อ้างโดย พงศ์ธร พิทักษ์โกศลพงศ์, 2535) พบว่า สารประกอบฟีนอลในควันสามารถทำลายและยับยั้งจุลินทรีย์ในอาหารรมควันได้หลายประเภท

Escriche et al. (2003) ศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาแซลมอนรมควันที่บรรจุในสภาพสุญญากาศและเก็บในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 60 และก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 40) ในถุงลามิเนต และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ พบว่า ที่สภาวะการเก็บรักษาทั้ง 2 แบบสามารถเก็บรักษาได้ 25 วัน (โดยใช้จำนวนของจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน) แต่จำนวนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพ ที่สภาวะการเก็บรักษาทั้ง 2 แบบ พบว่า การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเท่านั้นที่มีความแตกต่างกัน โดยการเก็บรักษาภายใต้สุญญากาศทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นและความชุ่มฉ่ำลดลง

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์รมควันเป็นผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมเสียได้ง่าย ภาชนะที่ใช้ควรจะป้องกันความชื้น กลิ่น การซึมผ่านของก๊าซ แสง และความเสียหายทางกายภาพได้ ผลิตภัณฑ์รมควันควรเก็บไว้ในตู้เย็นหรือทำการแช่แข็ง มีการศึกษาพบว่า ปลาเทราท์ที่ผ่านการรมควันแบบร้อนและเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นานประมาณ 1 สัปดาห์ และถ้าเก็บที่อุณหภูมิ 5 - 10 องศาเซลเซียส จะเก็บได้นาน 2 - 3 วัน ในขณะที่เก็บในสภาพแช่แข็ง (- 30 องศาเซลเซียส) เก็บได้นานถึง 6 เดือน (Mill n.d. อ้างโดย ปรทิพย์ เกียรติกังวาลไกล, 2532)

2.4. การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์รมควัน

2.4.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

เป็นการตรวจสอบทางเคมีถึงองค์ประกอบต่างๆ ของอาหาร ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ไวตามิน แร่ธาตุ และน้ำ รวมไปถึงการหาสมบัติทางเคมีบางอย่างเช่น ความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถหาสารบางชนิดที่ต้องการ เช่น อะฟลาทอกซินในถั่ว กระเทียม ฮีสตามีนในปลาทะเล และ สารประกอบไซยาไนด์ในมันสำปะหลังเป็นต้น

2.4.2 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

เป็นการตรวจสอบคุณภาพทางด้านสี เช่น การวัดสี การวัดค่าการดูดกลืนแสง ซึ่งระบบที่ใช้ในการวัดสีได้แก่ ระบบ RGB , CMYK เป็นต้น รวมไปถึงการตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยอุปกรณ์ที่เลียนแบบกลไกการเคลื่อนไหวของมนุษย์ เช่น Universal Testing Machine (UTM) และ Texture Analyzer (TA) ซึ่งวัดการกด แรงเฉือน ในผลิตภัณฑ์ เป็นต้น (มณฑล สุกใส, 2547)

2.4.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพของอาหารโดยใช้ประสาทสัมผัส (Sensory evalution) มีความสำคัญมากต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการควบคุมคุณภาพ เพราะเป็นเครื่องวัดคุณภาพที่แสดงออกทางอ้อมโดยชัดเจน เช่น รสชาติ กลิ่น สี และลักษณะเนื้อสัมผัส เมื่ออาหารที่บริโภคเข้าไปความรู้สึกที่ซับซ้อนที่เกิดขึ้น เนื่องจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสนี้อาจจะทำการทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวนมากหรือจำนวนน้อย ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมินคุณภาพ เมื่อมีการใช้ผู้ทดสอบชิมในการวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ สิ่งที่มีความจำเป็นอย่างมาก คือ การที่ต้องควบคุมวิธีการทดสอบทั้งหมด และสภาพของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการทดสอบ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดจาก Psychological factors ความคลาดเคลื่อนไม่ใช่ความผิดพลาด แต่จะหมายถึง อิทธิพลภายนอกทั้งหมดที่มีผลต่อการวัดคุณภาพ สภาพทางสรีรวิทยาและจิตใจของผู้ทดสอบชิมและอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมล้วนมีผลต่อการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเช่นกัน

ผู้ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ ผู้ทดสอบที่มีความชำนาญสูงในการทดสอบ ผู้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ และผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภคส่วนมาก โดยผู้ทดสอบที่มีความชำนาญสูงในการทดสอบและผู้ทดสอบในห้องปฏิบัติการที่ผ่านการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี สามารถประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดลองได้เป็นอย่างดี ตลอดจนสามารถบอกทิศทางของข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และการแก้ไขปัญหาในผลิตภัณฑ์การใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว มีประโยชน์ต่อการประเมินผลิตภัณฑ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพราะผู้ทดสอบชิมต้องมีความละเอียดอ่อนในการทดสอบหาความแตกต่างอันเนื่องมาจากเวลาที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่มีผลทำให้คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์บางประการมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิม ส่วนผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภคส่วนมากจะเป็นกลุ่มคนที่สามารถให้ข้อมูลในแง่ปฏิกิริยาการตอบสนองผลิตภัณฑ์ที่กำลังพัฒนาในท้องตลาดได้เป็นอย่างดี ในขณะที่ผู้ทดสอบจำนวนน้อยอาจจะถูกใช้เพื่อทดสอบความพอใจหรือความชอบต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจจะใช้เพื่อการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์เช่น ผู้ทดสอบในห้องปฏิบัติการสามารถถูกใช้เพื่อทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์อันเนื่องมาจากกรรมวิธีการผลิต เช่น อุณหภูมิในระหว่างการผลิต หรือการหุงต้มชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตโดยทั่วไปแล้วการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการคัดเลือกหาผู้ตัดสินที่มีความสามารถใน

การยอมรับคุณภาพผลิตภัณฑ์ของมนุษย์ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกทางด้านประสาทสัมผัสกับค่าที่วัดได้ทั้งทางเคมีและทางกายภาพ ศึกษาความคงทนต่อผลิตภัณฑ์ในการเก็บและรักษาระดับคุณภาพของผลิตผลและวัตถุดิบ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต การลดต้นทุนการผลิตได้อีกทางหนึ่ง และยังเป็นการศึกษาปฏิกิริยาของผู้บริโภคในการหาความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์นั้น (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2536)

วิธีการที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการทดสอบการยอมรับก็คือ 9-point hedonic scale ซึ่งรู้จักกันในอีกชื่อหนึ่งว่า degree of linking scale การใช้ hedonic scale นั้นอยู่บนหลักการที่ว่าความชอบของผู้บริโภคนั้น สามารถถูกจัดจำแนกได้โดยค่าของการตอบสนอง (ความชอบและไม่ชอบ) ที่เกิดขึ้น การใช้ 9-point hedonic scale ง่ายมากและการแปรผลก็กระทำได้ง่าย ได้รับการยอมรับในการประเมินอาหาร เครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่อาหารอย่างแพร่หลาย hedonic rating หรือการให้คะแนนการยอมรับนั้น อาจได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะของการทดสอบได้ (เช่น ทดสอบภายใต้สภาวะของห้องทดสอบ และทดสอบภายในห้องอาหาร เป็นต้น) แต่ลำดับของความชอบในตัวอย่างนั้น โดยทั่วไปแล้วจะไม่ถูกกระทบ กล่าวคือ ค่า magnitude สัมบูรณ์ (absolute magnitude) ของ hedonic score อาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ แต่ตัวอย่างทุกตัวอย่างจะมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันหรือเหมือนกัน (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2547)

นักวิจัยหลายท่านยืนยันว่า สเกลที่ใช้นี้สามารถเชื่อถือได้และมีความเสถียรต่อการตอบสนองสูง กล่าวคือ วิธีนี้มีความเป็นอิสระจากพื้นที่ ที่ใช้ในการทดสอบ (area) และขนาดของผู้ทดสอบ การลดสเกลลงเหลือ 7 หรือ 5 สามารถกระทำได้ เพราะบางครั้งผู้ทดสอบอาจจะไม่มีปฏิกิริยาตอบสนอง หรือการให้คะแนนที่ระดับสูง ๆ หรือต่ำ ๆ (extreme) มากนัก ถ้าเป็นสเกลขนาด 9 จุด จะมีลักษณะดังนี้: ผู้ทดสอบมีความชอบในตัวอย่างมากจะให้สเกลในระดับแรกคือ ชอบมากที่สุด (9 คะแนน) และผู้ทดสอบสามารถให้ระดับสเกลลดลงมาได้อีก ถ้าการยอมรับในผลิตภัณฑ์ลดลงแต่ยังมีความชอบจะใช้สเกลชอบเล็กน้อย สเกลในระดับเฉยๆ (5 คะแนน) คือ ผู้ทดสอบไม่ได้มีความชอบในผลิตภัณฑ์มากนักและไม่ถึงกับไม่ชอบผลิตภัณฑ์นั้น ถ้าผู้ทดสอบมีปฏิกิริยาตอบสนอง คือ ไม่ชอบอะไรบางอย่าง เช่น ไม่ชอบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จะให้สเกลในระดับไม่ชอบเล็กน้อย แต่ถ้าผู้ทดสอบไม่ชอบในผลิตภัณฑ์นั้น คือ ไม่ชอบทั้งลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบรวม ผู้ทดสอบจะสามารถให้อยู่ในสเกลระดับไม่ชอบมากที่สุด (1 คะแนน) (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2547)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ - 8 ส.ค. 2555
เลขทะเบียน 245683
เลขเรียกหนังสือ

2.4.4 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

การผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำรมควันจะต้องผ่านขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอน ดังนั้นจึงมีโอกาสปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้มาก ซึ่งจะก่อให้เกิดการเสื่อมเสียและเป็นพิษต่อผู้บริโภคได้ ดังนี้

- *Aspergillus flavus* เป็นราที่เส้นใยมีผนังกั้นตามขวาง ส่วนใหญ่ไม่มีสี มีฟุตเซลล์ (foot cell) ตรงฐานของเส้นใยชูขึ้นไปในอากาศ เรียกว่า โคนิดิโอฟอร์ (conidiophore) ตรงปลายโคนิดิโอฟอร์ขยายใหญ่ เรียกว่า เวสิเคิล (vesicle) โคนิดิโอสปอร์ (conidiospore) มีขนาดเล็กและเรียงต่อกันเป็นสายยาว มักมีสีเขียว สีน้ำตาลและสีดำ *Aspergillus* เป็นราที่มีบทบาทสำคัญในอาหารเช่น ทำให้ผลไม้เน่าและมีสีดำ โดยเฉพาะในส้ม เป็นราที่เจริญได้บนแฮมและเบคอน บางชนิดเป็นสาเหตุของการเสียของปาล์ม ถั่วลิสง ข้าวโพดและยังสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน (aflatoxin) ในผลิตภัณฑ์รมควันได้ (บัญญัติ สุขศรีงามและคณะ, 2551)

- *Escherichia coli* เป็นแบคทีเรียในวงศ์ Enterobacteriaceae เป็นแบคทีเรียแกรมลบรูปท่อน ไม่สร้างสปอร์ มีแคปซูลบางๆ ห่อหุ้ม ส่วนใหญ่เคลื่อนที่โดยใช้แฟลกเจลลารอบเซลล์เป็นพวกแฟคัลเททีฟ มักพบในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์ สามารถก่อโรคได้ เช่น โรคติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ กระเพาะปัสสาวะอักเสบ และกรวยไตอักเสบ เป็นต้น บางสายพันธุ์จะสร้างสารพิษที่เป็นสาเหตุของโรค Traveler's diarrhea ซึ่งมักพบในนักท่องเที่ยวอีกทั้งยังทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วงในมนุษย์และสัตว์ด้วย (บัญญัติ สุขศรีงามและคณะ, 2551)

- *Vibrio parahemolyticus* เชื้อในวงศ์ Vibrionaceae เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อนโค้ง เคลื่อนที่ได้โดยใช้แฟลกเจลลาด้านเดียว 1 เส้น จะสร้างเอนไซม์ออกซิเดส และคะตะเลสเฟอร์เมนต์น้ำตาลกลูโคส แต่ไม่สร้างก๊าซ สร้างอินโดล แต่ไม่สร้างไฮโดรเจน ซัลไฟด์ เชื้อชนิดนี้มีลักษณะเด่นคือ ต้องการโซเดียมคลอไรด์ในการเจริญจึงพบในน้ำเค็มและพบว่า มีการปนเปื้อนสูงในอาหารทะเลและลักษณะเด่นประการหนึ่งของเชื้อชนิดนี้ คือ เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่จำเพาะต่อเชื้อชนิดนี้ ได้แก่ Wagatsuma agar ที่มีส่วนผสมของเกลือ พบว่า สามารถย่อยสลายเม็ดเลือดแดงได้เนื่องจากเชื้อสามารถผลิตสารพิษชื่อว่า Thermostable direct hemolysin (TDH) ได้ ผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อดังกล่าวมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน มีไข้ต่ำและหายได้เองภายใน 2-3 วัน โดยไม่ต้องใช้ยาปฏิชีวนะหรือสารต้านแบคทีเรีย (บัญญัติ สุขศรีงามและคณะ, 2551)

- *Salmonella* spp. เป็นแบคทีเรียแกรมลบรูปท่อน เคลื่อนที่โดยใช้แฟลกเจลลารอบเซลล์ ต้องการออกซิเจนในการเจริญ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญประมาณ 37 องศา-เซลเซียส ช่วงพีเอชอยู่ระหว่าง 4.1-9.0 ส่วนค่า Aw ต่ำที่สุดสำหรับการเจริญประมาณ 0.93-0.95 เชื้อมีความสามารถในการทนความร้อนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิด สายพันธุ์และผลจาก

สิ่งแวดล้อมในการเจริญ สำหรับการติดเชื้อในมนุษย์ ส่วนมากจะได้รับเชื้อปนเปื้อนกับน้ำและอาหาร บางครั้งอาจเกิดจากสัตว์เลี้ยงที่อาศัยตามอาคารบ้านเรือนซึ่งเป็นพาหะของเชื้อ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอาการอุจจาระร่วง ปริมาณที่ทำให้เกิดโรค คือ 10^8-10^9 เซลล์ สามารถทำให้เกิดโรค Salmonellosis ได้ แต่ในบางกรณีแม้จะมีปริมาณต่ำกว่าก็สามารถทำให้เกิดโรคได้เช่นกัน (บัญญัติ สุขศรีงามและคณะ, 2551)

- *Staphylococus aureus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปกลม เรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น เป็นคู่หรือเป็นสายสั้น ๆ ไม่เคลื่อนที่ โคโลนีมีสีเหลืองหรือสีทอง เจริญได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจน ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 35-40 องศาเซลเซียส ช่วงพีเอชในการเจริญที่ 7-7.5 ส่วนค่า Aw ต่ำสุดสำหรับการเจริญในสภาพมีออกซิเจนประมาณ 0.86 และสภาพไม่มีออกซิเจน คือ 0.90 (บัญญัติ สุขศรีงามและคณะ, 2551)

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Johnson et al. (2010) ศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาและประสาทสัมผัสของปลาดุก (*Clarias gariepinus*) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 28 วัน โดยจับปลามาจากบ่อภายในมหาวิทยาลัย Lagos State และตลาด Badagry เมือง Lagos ประเทศไนจีเรีย มารมควันแล้วตรวจสอบคุณภาพทางเคมี จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัสทุก ๆ สัปดาห์ พบว่า ปลารมควันที่ผลิตจากปลาที่จับได้ในบ่อมีประมาณโปรตีนสูงที่สุด (ร้อยละ 62.14±6.67) เช่นเดียวกับปริมาณไขมันและเถ้า ซึ่งความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีของปลารมควันที่ผลิตจากแหล่งวัตถุดิบต่างกันมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์มของปลารมควันอยู่ในช่วง 3.77 - 6.87 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสนั้น พบว่า มีการยอมรับลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ปลารมควันจะเก็บรักษาได้เพียงระยะหนึ่งเท่านั้นก่อนที่รสชาติและกลิ่นรสเฉพาะของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนไป

Koral et al. (2009) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลา Garfish (*Belone belone euxini*, Gunther, 1866) สดและรมควันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและเก็บแบบแช่เย็น พบว่า ปลาสดที่ไม่ได้รมควัน (ตัวอย่างควบคุม) จะมีอายุเก็บรักษาเพียง 3 วันที่อุณหภูมิห้องและ 6 วันที่อุณหภูมิแช่เย็น ขณะที่เมื่อนำไปรมควันจะมีอายุการเก็บรักษา 9 วันที่อุณหภูมิห้องและ 25 วันที่อุณหภูมิแช่เย็น ในขณะที่ค่า TMA และ TVB ยังคงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งการตัดสินว่า ตัวอย่างจะมีอายุการเก็บรักษาเท่าใดนั้น ดูจากการยอมรับของผู้ทดสอบต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

Bilgin et al. (2008) ศึกษาอายุการเก็บรักษาและคุณค่าทางโภชนาการของปลา gilthead seabream (*Sparus aurata* L., 1758) ที่รมควันแบบร้อนและแบบเย็น ผลการทดลองพบว่า ปลาสดและปลาที่ผ่านการรมควันมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสชื่นชอบปลาที่ผ่านการรมควันแบบร้อนมากกว่าปลาที่รมควันแบบเย็น การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) และปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB - N) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนคุณภาพทางจุลชีววิทยาพบว่า การรมควันช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์รมควันได้ อย่างไรก็ตามจำนวนจุลินทรีย์ยังคงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นกัน

Knockaert et al. (2001) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรมควันกับปริมาณผลผลิต สี คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาแซลมอนรมควัน (*Salmo salar*) โดยนำปลาแซลมอนที่จับจากฟาร์มในประเทศ Iceland ในเดือนกรกฎาคม 1998 และฟาร์มในประเทศนอร์เวย์ ในเดือนตุลาคม - 1998 และ เมษายน 1999 มาแปรรูปโดยการรมควันด้วยสภาวะต่าง ๆ กัน 7 แบบ โดยนำเนื้อปลาสดหรือเนื้อปลาแช่แข็งมาทำเค็มด้วยการทำเค็มแบบแห้งหรือแบบเปียก โดยใช้อุณหภูมิในการรมควันเท่ากับ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่า อัตราการแช่แข็งมีผลเล็กน้อยต่อปริมาณผลผลิต ขณะที่คุณภาพทางประสาทสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยปลาที่ใช้ในการทำเค็มร่วมด้วย มีการสูญเสียปริมาณผลผลิตน้อย รวมทั้งการรมควันที่เหมาะสม (30 องศาเซลเซียส) ช่วยลดการเกิดเปลือกแข็งของผลิตภัณฑ์ (case-hardening) การแช่ปลาในน้ำเกลือช่วยให้อัตราการซึมผ่านของน้ำเกลือเข้าไปเนื้อปลาจะสูง ปริมาณสารประกอบฟีนอลในเนื้อปลาขึ้นอยู่กับเทคนิคและอุณหภูมิในการรมควันอย่างไรก็ตามการรมควันที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กับปลาที่มีไขมันต่ำมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงกว่าปลาไขมันสูง

Ahmed et al. (2010) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการรมควันร้อนของปลา 2 ชนิด ได้แก่ ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) และ ปลาดุก (*Clarias lazera*) โดยการใช้ไม้เนื้อแข็ง 2 ชนิด ได้แก่ไม้อะคาเชีย (*Acacia seyal*) และ ไม้มะนาว (*Citrus lemon*) นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี จุลินทรีย์และการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า องค์ประกอบทางเคมีระหว่างปลา 2 ชนิด และไม้ 2 ชนิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เปอร์เซ็นต์โปรตีนรวม ไขมันและเถ้าเพิ่มขึ้น ส่วนเปอร์เซ็นต์ของความชื้นลดลง 64.15±0.130 และ 54.42±0.173 ตามลำดับ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาน้ำจืดที่ใช้เป็นวัตถุดิบ 281.5 x 10^3 cfu/กรัม และ 183.7 x 10^3 cfu/กรัม ตามลำดับ หลังจากการรมควันจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลานิลลดลงถึง 2 x 10^3 cfu/กรัม ขณะที่ปลาดุกลดลง 6 x 10^3 cfu/กรัม ก่อนและหลังการรมควันทำการแยกเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้ *Staphylococcus aureus* เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ สี เนื้อสัมผัสและกลิ่นของผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

Eyabi et al. (2001) ศึกษาวิธีการทำเค็ม รมควันและเทคนิคการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพทางจุลชีววิทยาของปลาแมคเคอเรลรมควัน โดยนำตัวอย่างจากปลาแมคเคอเรลแอตแลนติก (*Scomber scombrus*) ทำแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และมีปลาที่ไม่ได้ทำเค็มเป็นตัวอย่างควบคุม จากนั้นนำปลาที่ทำเค็มและไม่ทำเค็มไปใส่ในเตารมควันที่ตั้งอุณหภูมิไว้ 50 องศาเซลเซียส หลังจากผ่านไป 1 ชั่วโมง เพิ่มอุณหภูมิเป็น 80 องศาเซลเซียส และรักษาอุณหภูมิโดยตลอดให้เป็นขั้นตอนการรมควัน นำปลาตัวอย่างทำเค็มและไม่ทำเค็มหลังจากที่รมควัน 8 ชั่วโมงและกลุ่มที่รมควัน 16 ชั่วโมง มาวิเคราะห์การจำแนกและการเจริญของราและตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยดูสี กลิ่น เนื้อสัมผัสและความชอบของปลารมควันและปลาที่เก็บรักษา ตัวอย่างที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุโพลิทีนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง การทำเค็มและเวลาในการรมควันที่มากขึ้นทำให้ราเจริญได้ช้าลง ควบคุมสีได้ดี ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่น เนื้อปลามีความอ่อนนุ่มและผู้ทดสอบให้การยอมรับ ราชนิดที่ตรวจพบ คือ *Penicillium* sp.

อรรถพร สัมปชัญญสถิต (2549) ได้ศึกษาพฤติกรรมและความต้องการผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 89) สนใจผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน เนื่องจากมีความสะดวกในการซื้อมารับประทานและผู้บริโภคอยากได้อาหารที่แปลกใหม่ การศึกษากรรมวิธีการแปรรูปที่เหมาะสมในการผลิตหอยแครงรมควัน พบว่า ที่ระยะเวลาลวกหอย 1 นาที สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดและยังสามารถแกะเนื้อหอยได้ง่าย การศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาในการรมควันที่เหมาะสมโดยแปรอุณหภูมิและเวลา เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า หอยแครงรมควันที่ 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) การศึกษาการปรุงรสหอยแครงรมควัน พบว่า ตัวอย่างที่เติมเกลือร้อยละ 0.5 และน้ำตาลร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักเนื้อหอย มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) จากนั้นจึงนำผลการทดลองที่ได้มาศึกษาชนิดและปริมาณเครื่องเทศที่เหมาะสมในการปรับปรุงกลิ่นรส พบว่า หอยแครงหลังการรมควันที่เติมพริกไทยร้อยละ 1.25 ของน้ำหนักเนื้อหอย มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) การศึกษาวิธีลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในหอยแครงหลังการรมควัน โดยแช่หอยในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียส กับต้มหอยรมควันที่บรรจุในถุงพลาสติกในน้ำเดือดโดยแปรเวลาทั้งสองแบบ พบว่า หอยแครงที่แช่ในน้ำมันร้อน 80 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนความชอบรวม ($p \leq 0.05$) สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้จนเหลือน้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม จึงนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยเก็บผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิด PA/LDPE ที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส พบว่า สภาวะการบรรจุแบบบรรยากาศปกติมีอายุเก็บรักษา 33 วัน และแบบสุญญากาศมีอายุการเก็บรักษานานกว่า 60 วัน การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคให้ผลการยอมรับบรรจุภัณฑ์และตัวผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

นันทิภา พันธุ์สวัสดิ์ (2542) ศึกษากรรมวิธีการแปรรูปที่เหมาะสมในการผลิตหอยแมลงภู่รมควัน พบว่า การลวกหอยในน้ำเดือดนาน 5 นาที ลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ประมาณร้อยละ 90 ของปริมาณที่มีอยู่เดิม และมีปริมาณจุลินทรีย์บ่งชี้สุขลักษณะและก่อโรคอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค หอยแมลงภู่ลวกปรุงรสด้วยเกลือร้อยละ 0.5 และน้ำตาลทรายร้อยละ 0.75 ของน้ำหนักเนื้อหอย รมควันด้วยชานอ้อยร้อยละ 20 ของน้ำหนักเนื้อหอย ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วแช่น้ำมันถั่วเหลือง จะได้ปริมาณผลผลิตเนื้อหอยและคะแนนความชอบรวมสูงที่สุด การลดปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์หอยแมลงภู่รมควันโดยการแช่น้ำมันถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดให้เหลือต่ำกว่า 1.0×10^2 โคโลนีต่อกรัม โดยการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางประสาทสัมผัสยังคงยอมรับได้ เช่นเดียวกับการลดจำนวนจุลินทรีย์หลังการบรรจุแบบสุญญากาศในถุงพลาสติก nylon/LLDPE ความหนา 80 ไมครอน ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที การใช้สารละลายประกอบโซเดียมไนไตรต์ 125 ppm และโซเดียมเบนโซเอต 500 ppm เติมในหอยแมลงภู่ก่อนการรมควัน มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้ประมาณร้อยละ 90 ของปริมาณที่มีอยู่ และเมื่อใช้ร่วมกับการแช่น้ำมันถั่วเหลืองอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที พบว่า สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ลงอีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การทดสอบอายุการเก็บผลิตภัณฑ์หอยแมลงภู่รมควันในภาชนะบรรจุต่างๆ ที่อุณหภูมิ 1 - 3 องศาเซลเซียส พบว่า หอยแมลงภู่รมควันแบบสุญญากาศในถุงพลาสติก nylon/LLDPE ความหนา 80 ไมครอน แช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที มีอายุการเก็บรักษานานกว่า 60 วัน ส่วนหอยแมลงภู่รมควันที่ลดปริมาณจุลินทรีย์โดยการแช่ในน้ำมันถั่วเหลืองอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที บรรจุในภาชนะบรรจุแบบแผ่นแนบผิว มีอายุการเก็บ 39 วัน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย