บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 น้ำปลา

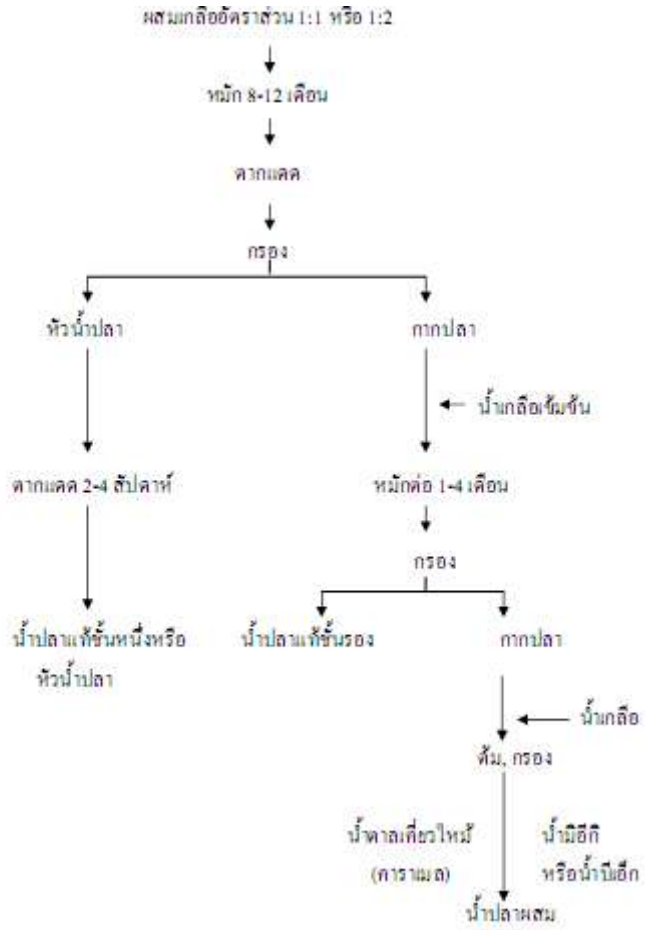
น้ำปลา (Fish sauce) เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดหนึ่งที่สำคัญในการปรุงแต่งรสชาติอาหารที่ให้รสเค็ม เพิ่มรสชาติอาหาร และมีความสำคัญในการปรุงอาหารของคนไทยอย่างยาวนาน ซึ่งจะเห็นได้จากปริมาณการบริโภคที่อยู่ในอัตราสูง (สมอ.สาร, 2545) เนื่องจากน้ำปลาไทยมีคุณภาพดีและมีกลิ่นหอม ประเทศไทยจึงเป็นประเทศที่ผลิตน้ำปลา เพื่อการบริโภคภายในประเทศและส่งออกมากที่สุดในโลก โดยในปี 2548 มูลค่าการบริโภคภายในประเทศประมาณ6,600 ล้านบาทและมีมูลค่าการส่งออกประมาณ 966 ล้านบาท ซึ่งมูลค่าการส่งออกนี้ มีอั ตราการขยายตัวอย่างต่อเนื่องมา ตั้งแต่ปี 2541 ทั้งนี้เนื่องจากการขยายตัวของร้านอาหารไทยในต่างประเทศ สำหรับน้ำปลาในประเทศไทยทำมาจากวัตถุดิบหลายชนิด อาทิ ปลาน้ำจืด ปลาน้ำเค็ม น้ำต้มหอย น้ำจากการทำปลาเค็ม และเศษเหลือของผลิตภัณฑ์ปลาอื่นๆน้ำปลาเป็นเครื่องปรุงแต่งรสอาหารที่สำคัญและนิยมกันอย่างกว้างขวางของประชาชนในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แต่ละประเทศจะมีชื่อเรียกน้ำปลาหรือของเหลวซึ่งผลิตโดยวิธีการที่คล้ายคลึงกับการผลิตน้ำปลาแตกต่างกันออกไป เช่น เวียดนาม เรียกว่า Nuoc-mam กัมพูชา เรียกว่า Nouc-mam-gua-ca พม่า เรียก Ngam-ya-ye อินโดนีเซีย เรียกว่า Ketjap-Ikan มาเลเซีย เรียกว่า Budu สิงคโปร์ เรียกว่า Sambal-Ikan ฟิลิปปินส์ เรียกว่า Patis ญี่ปุ่น เรียกว่า Shottsuru ลาว เรียกว่า Nam-pa และไทย เรียกว่า Nam-pa (Saisithi *et al*., 1966) สำหรับคุณภาพของน้ำปลาขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ อาทิ ชนิดของปลาที่ทำการหมัก อัตราส่วนระหว่างปลากับเกลือ แสงแดดที่ใช้ตาก ระยะเวลาในการหมัก ส่วนมากใช้เวลาประมาณ 8-12 เดือน จึงนำมากรองได้น้ำปลาชั้นหนึ่งสำหรับนำมาใช้บริโภค

น้ำปลาเป็นเครื่องปรุงแต่งรสอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย เก ลือ 27.5-28.9 เปอร์เซ็นต์ สารอินทรีย์ไนโตรเจน 0.6-2.0 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียไนโตรเจน 0.2-0.7 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนไนโตรเจน 7.6 เปอร์เซ็นต์ (Amano, 1962) นอกจากนั้น น้ำปลายังเป็นแหล่งของเกลือแร่มากมาย ได้แก่ แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส แมกนีเซี ยม แมงกานีส ไอโอดี น และกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายไม่น้อยกว่า13 ชนิด โดยเฉพาะไลซีน ซึ่งมีปริมาณสูงพอที่จะทดแทนการขาดไลซีนในคนที่บริโภคข้าวเป็นอาหารหลักได้ (Dougan and Howard, 1975) นอกจากนี้ น้ำปลายังมีสารอาหารที่สำคัญอีกอย่าง คือ วิตามินบี 12 ซึ่งมีค่อนข้างมาก โดยปกติแล้ วร่างกายของคนต้องการวิตามินบี 12 เฉลี่ยคนละ 1 ไมโครกรัมต่อวัน จากการศึกษาพบว่า ถ้ารับประทานน้ำปลาเพียงวันละ 10-15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ก็จะทำให้ร่างกายได้รับวิตามินบี 12 ส่วนหนึ่ง ซึ่งเมื่อรวมกับ

ที่ได้จากสารอาหารอื่นๆ เพียงเล็กน้อย ก็จะมีปริมาณเพียงพอต่อร่างกาย และทำให้ปลอดภัยจากโรคโลหิตชนิดเม็ดเลือดแดงโตได้

2.1.1 กระบวนการผลิตน้ำปลา

วัตถุดิบสำคัญในการผลิตน้ำปลา ได้แก่ ปลาสดและเกลือ โดยปลาที่ใช้จะใช้ได้ทั้งปลาน้ำเค็มและปลาน้ำจืด แต่การใช้ปลาน้ำจืดมาทำน้ำปลาจะทำให้ได้น้ำปลาที่มีกลิ่นและรสชาติด้อยกว่าการใช้ปลาน้ำเค็ม (Lafont, 1950) น้ำปลาคุณภาพดีเป็นน้ำปลาที่ผลิตจากปลาน้ำเค็มถึง 97 เปอร์เซ็นต์ เช่น ปลากะตัก ปลาไส้ตัน ปลาหลังเขียว ปลาทรายแดง ส่วนปลาน้ำจืดมีการนำมาใช้ในการผลิตน้ำปลาเพียง 3 เปอร์เซ็นต์ เช่น ปลาสร้อย ปลาตะเพียน และปลาชิว เป็นต้น น้ำปลาคุณภาพดีส่วนใหญ่จะผลิตจากปลากะตัก เนื่องจากลักษณะเนื้อของปลากะตักจะแน่นและละเอียดกว่าปลาชนิดอื่น ทำให้เมื่อนำมาทำเป็นน้ำปลาแล้วจะมีกลิ่นและ รสชาติดี สีสวย เป็นน้ำปลาที่มีคุณภาพดีที่สุด สำหรับเกลือที่ใช้ในการหมักน้ำปลามี 2 ชนิด คือ เกลือสมุทรหรือเกลือทะเล (solar salt) และเกลือสินเธาว์ (rock salt) โดยทั่วไปจะนิยมใช้เกลือสมุทรหรือเกลือทะเลเพราะมีความชื้นเหมาะสมและมีเกลือแร่ ต่าง ๆ ที่มีคุณค่าทางอาหารมาก เกลือสมุทรหรือเกลือทะเลจะมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ประมาณ 85.0 เปอร์เซ็นต์ และมีความชื้น ประมาณ 11.0 เปอร์เซ็นต์ (นงนุช, 2538) สำหรับขั้นตอนในการผลิตน้ำ ปลา ขั้นแรกจะนำปลาที่ได้ มาล้างเพื่อกำจัดคาวปลา เลือด และสิ่งสกปรกที่ติดมากับปลาออก จากนั้นจึงนำมาคลุกเคล้ากับเกลือ โดยใช้ เกลือในอัตรา 1 ส่วน ต่อปลา 1 ถึง 4 ส่วน เมื่อคลุกเคล้าปลากับเกลือเข้ากันดีแล้วจึงนำไปบรรจุในภาชนะ ซึ่งอาจเป็นไห โอ่ง หรือบ่อซีเมนต์ ภาชนะที่ใช้บรรจุจะมีเกลือรองอยู่ก่อนแล้ว เมื่อบรรจุส่วนผสมของปลา และเกลือแล้วต้องโรยเกลือทับชั้นบนเพื่อป้องกันไม่ให้ปลาชั้นบนเน่าเสีย จากนั้นทำการปิดภาชนะ บรรจุปลาและทับด้วยของหนักเพื่อกันปลาลอยพ้นน้ำขึ้นมาเวลาเกิดน้ำปลา ปล่อยทิ้งไว้ให้เกิดการหมักซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปจะใช้เวลาประมาณหนึ่งปี จะได้ของเหลวที่มีสีน้ำตาลแดง ข้น และมีกลิ่นคาว เรียกว่า หัวน้ำปลา หรือน้ำปลาชั้นหนึ่ง นำน้ำปลาที่ได้ไปผึ่งแดดประมาณ 1 เดือน ก็จะได้น้ำปลาแท้คุณภาพดี สีน้ำตาลแดง ใส และมีกลิ่นรสที่ดีของน้ำปลา สำหรับกากปลาที่เหลือจากการทำน้ำปลาชั้นหนึ่งแล้วจะนำไปหมักกับน้ำเกลือเข้มข้นอีก 2 หรือ 3 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 2-3 เดือน จะได้น้ำปลาชั้นที่ 2 และ 3 ซึ่งมีคุณภาพลดหลั่นกันตามลำดับ และมักจะนำไปปรุงแต่งสีกลิ่นและรสชาติ โดยอาจแต่งสีด้วยคาราเมลหรือน้ำตาลเคี่ยวไหม้ปรุงแต่งรสให้ดีขึ้นด้วยผงชูรส หรือน้ำที่เหลือจากการแยกผงชูรสที่เรียกว่า “น้ำบีเอ็กซ์” บางครั้งก็ใช้หัวน้ำปลา สำหรับน้ำปลาที่มีการแต่งสี กลิ่น และรสชาตินี้ เรียกว่าน้ำปลาผสม (บุญศรี, 2533) กระบวนการผลิตน้ำปลาสามารถ สรุปได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตน้ำปลา

ที่มา: บุญศรี (2533)

2.1.2 กระบวนการหรือขั้นตอนในการเกิดน้ำปลา

กระบวนการหรือขั้นตอนในการเกิดน้ำ ปลาจะเกิดจากกระบวนการหลักๆ 3 กระบวนการ ได้แก่ การย่อยสลายของเนื้อปลา การเกิดสี และการเกิดกลิ่นและรสชาติของน้ำ ปลา (Saisithi, 1967)

1) การย่อยสลายของเนื้อปลา

การย่อยสลายของเนื้อปลาเป็ นการเปลี่ยนแปลงทางฟิ สิกส์ เคมี และจุลชีววิทยา ซึ่งเป็นการเปลี่ยนสภาพของเนื้อปลาจาก ของแข็งให้กลายเป็นของเหลวโดยอาศัยกิจกร รมการย่อย สลายของเอนไซม์ที่ได้จากตัวปลาและจุลินทรีย์ ปนเปื้อน (Visco and Fratoni, 1960; Amano, 1962; Vorskresensky, 1967) เนื่องจากตัวปลาประกอบด้ วยโปรตีน ไขมัน และเกลือแร่ ในปริมาณต่างๆ กัน แต่มีโปรตีนมากที่สุดดังนั้นปฏิกิริยาที่สำคัญ คือ การย่อยสลาย โปรตีนโดยเอนไซม์ที่ย่อยสลาย โปรตีนในปลา ซึ่งมักพบในกระเพาะขอ งปลาเอง เช่น ทริปซิน (trypsin) คาเทปซิน (cathepsin) เปปซิน (pepsin) และอีเรปซิน (erepsin) เมื่อปลาตาย เอนไซม์จากตัวปลาและจุลินทรีย์ ที่ปนเปื้อน ทั้งก่อนและหลังปลาตายจะย่อยสลายโปรตีนทันทีทำให้สาร โมเลกุลใหญ่กลายเป็นสาร โมเลกุลเล็ก

ลง ได้แก่ เปปไทด์ และกรดอะมิโน (Alm, 1965) ซึ่งจะถูกย่อยสลายต่อไปอีกเป็นเอมีน คีโตน แอมโมเนีย และคาร์บอนไดออกไซด์ (บุญศรี, 2533)

ในกระบวนการเกิดน้ำ ปลานอกจากจะเกิดการย่ อยสลายโปรตีนแล้ วยังเกิดการย่อยสลายไขมันในตัวปลาโดยไขมันในตัวปลาส่ วนใหญ่จะเป็นพวกไตรกลีเซอไรด์ มีฟอสฟอลิปิดเป็นส่วนน้อย และมักเป็ นกรดไขมันชนิดไม่ อิ่มตัวที่มีโมเลกุลยาวๆ มีคาร์บอน 20-22 อะตอม (Stanby, 1962) ไขมันในปลาจะถูกย่ อยสลายเป็ นกรดไขมันที่ระเหยได้ และที่ระเหยไม่ ได้รวมทั้งคีโตนและแอลดีไฮด์ โดยกิจกรรมขอ งเอนไซม์ จากป ลาและจุลินทรีย์ (Lerke *et al*., 1967; Spinelli, 1971) กรดไขมันจะเกิดจากปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันและ oxidation deamination ของกรดอะมิโน กรดไขมันมีบทบาทสำคัญในการเกิดกลิ่นรสของน้ำปลา ซึ่งปลาที่ใช้ทำน้ำปลาที่ให้น้ำปลามีคุณภาพดีนั้นเป็นปลาที่มีไขมันสูง (พวงพร, 2534) พบว่า น้ำปลาที่มีระยะการหมักนานขึ้นจะยิ่งมีปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้สูงขึ้นด้วย ซึ่งมีผลต่อกลิ่นเฉพาะตัวของปลา

2) การเกิดสีของน้ำปลา

ในระหว่างการหมักน้ำปลาจะมีการเปลี่ยนแปลงสีน้ำปลาตลอดเวลา เมื่อเริ่มหมักน้ำปลาจะขุ่นสีของน้ำปลาที่เกิดขึ้นในช่วงแรกๆ พบว่ามีสีแดงเนื่องจากสีเลือดของปลา ซึ่งจะมีกลิ่นคาว และเมื่อเวลาหมักผ่านไปสีแดงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอำพันและค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จนถึงระยะสุดท้ายของการหมักน้ำปลาจะมีสีน้ำตาลอมแดง สีของน้ำปลานั้นเกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่เรียกว่า non-enzymatic browning หรือ maillard reaction ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยา ระหว่างสารประกอบคาร์ บอนิลและสารประกอบอะมิโน สำหรับ สารประกอบคาร์ บอนิล ได้แก่ สารประกอบพวกน้ำตาลและอนุพันธ์ ของน้ำตาล รวมทั้งสาร ประกอบที่เกิดจากการเติมออกซิเจนของไขมัน ส่วนสารประกอบอะมิโนที่พบในเนื้อปลาคือ โปรตีน กรดอะมิโน และบางส่วนของกรดอะมิโนที่ถูกย่ อยแล้ว (ประเสริฐ, 2511; Jones, 1962; Saisithi, 1967) น้ำตาลและอนุพันธ์ ของน้ำตาลที่สำคัญในการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวและพบเสมอขณะที่ปลาตายใหม่ๆ คือ ไรโบสและไรโบสฟอสเฟตซึ่งได้จากการย่อยสลายอาร์เอ็นเอ (ประเสริฐ, 2511) จากการศึกษาปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลระหว่างกรดอะมิโนและน้ำ ตาลไรโบสในห้ องทดลองพบว่ า กรดอะมิโนไลซีน (lysine) เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำตาลไรโบสที่พีเอช 6.7 จะให้สีน้ำตาลเข้มที่สุดเมื่อ เปรียบเทียบกับกรดอะมิโนชนิดอื่นๆ ความ เข้มข้นของสีน้ำตาลจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับอุณหภูมิ และปริมาณ ออกซิเจนที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ยังพบว่าเกลือ K_2HPO จะช่วยส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยา maillard reaction ได้ และเกลือ Ca^{++} 0.1 ppm, Fe^{++} 0.1 ppm, Mg 1.0 ppm ก็จะกระตุ้นในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำ ตาลนี้ได้เช่นกัน (Saisithi *et al*., 1966) สำหรับไขมันพวกฟอสฟอลิปิดและไลโพโปรตีน เมื่อมีน้ำตาลและออกซิเจนจะเกิดปฏิกิริยาระหว่ างกลุ่มอะมิโนและ แอลดีไฮด์ เปลี่ยนไปเป็ นสารประกอบคา ร์บอนิลซึ่งจะทำปฏิกิริยา เกิดเป็นสีน้ำตาลต่อไป (Reynolds, 1965)

3) การเกิดกลิ่นและรสชาติของน้ำปลา

กลิ่นและรสชาติของน้ำปลาเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้ผู้บริโภคยอมรับน้ำปลาที่ได้จากการหมัก กลิ่นและรสชาติของน้ำ ปลาจะเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ในระหว่าง กระบวนการหมัก เนื่องจากมีรายงานว่าหากทำการหมักน้ำปลาในสภาวะปลอดเชื้อพบว่าน้ำปลาที่ได้จะขาดคุณสมบัติทางด้านกลิ่นและรสชาติตามธรรมชาติของน้ำ ปลา (Beddows *et al*., 1976) Saisithi *et al*. (1966) เชื่อว่ากลิ่นและรสชาติของน้ำ ปลาจะเป็นตัวบ่งบอกคุณภาพของ น้ำ ปลาโดย พบว่าน้ำปลาที่ใช้เวลาในการหมัก 9 เดือนจะให้กลิ่นและรสชาติเฉพาะตัวซึ่งเกิดจาก กิจกรรมของจุลินทรีย์แต่น้ำปลาที่ใช้เวลาในการหมัก 12 เดือนจะให้ กลิ่นและรสชาติ เพิ่มขึ้นเพียง เล็กน้อย เนื่องจากกรดที่ระเหยได้จะมีปริมาณน้อยในขณะที่ต่างที่ระเหยได้จะเพิ่มขึ้นมากเมื่อใช้เวลา ในการหมัก 9 เดือน และลดลงมากเมื่อใช้เวลาในการหมัก 12 เดือน นอกจากนั้นยังพบอีกว่า ไนโตรเจนที่ละลายน้ำฮีสติดีน โปรลีน และกรดกลูตามิกจะเป็นตัวให้รสชาติในน้ำปลาไทย ส่วนกลิ่นนั้นจะเป็นลักษณะเฉพาะตัวของกรดที่ระเหยได้ ซึ่งเชื้อแบคทีเรียจะมีบทบาทคือจะช่วยสร้างกรดที่ระเหยได้ และเอมีน สายพิณ และ สิทธิพันธุ์ (2526) ได้ศึกษาพบว่าเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม *Pediococcus halophilus* เป็นเชื้อแบคทีเรียที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในการทำให้เกิดกลิ่นในน้ำปลาไทย ชนานันท์ และ ช่อฟ้า (2527) ได้ทดลองหมักน้ำ ปลาโดยใช้ pyloric enzyme จะทำให้ได้ของเหลวใสสีน้ำ ตาลเหมือนน้ำปลา แต่ ขาดกลิ่นที่ดีของน้ำ ปลา แต่ ถ้าหมักร่วมกับเชื้อแบคทีเรีย ชอบเกลือโดยเฉพาะ Halobacterium OR จะทำให้น้ำปลาที่ได้มีกลิ่นดี กฤษดา (2529) ได้ทดลอง แยกเชื้อแบคทีเรียชอบเกลือในน้ำ ปลาพบว่า *Halobacterium salinarium* น่าจะมีบทบาทสำคัญในการทำให้ เกิดกลิ่นที่ดีของน้ำปลา ได้มีผู้อธิบายการเกิดกลิ่นหอมของน้ำ ปลาว่าเป็นผลรวมของกลิ่นที่แตกต่างกัน 3 กลิ่น คือ กลิ่นคล้ายเนยแข็ง (cheesy aroma) กลิ่นคล้ายเนื้อ (meaty aroma) และกลิ่นแอมโมเนีย (Saisithi *et al*., 1966; Dougan and Howard, 1975; Beddows *et al*., 1976; McIver *et al* ., 1982; Sanceda *et al*., 2003) โดยกรดไขมันที่ระเหยได้ โมเลกุลเล็ก ๆ ได้แก่ formic acid, acetic acid, propionic acid, isobutyric acid, butyric acid, isovaleric acid และ valeric acid ที่แยกได้จากน้ำปลา ช่วยให้เกิดกลิ่นคล้ายเนยแข็ง (Saisithi *et al*., 1966; Dougan and Howard, 1975; Beddows *et al*., 1976; McIver *et al*., 1982; Sanceda *et al*., 2003) น้ำปลาที่มีคุณภาพดีจะมีปริมาณ ของ acetic acid กับ butyric acid ในอัตราส่วนที่เท่ากัน (ประเสริฐ, 2511) กลิ่นแอมโมเนียเกิดจากแอมโมเนีย เอมีนชนิดต่างๆ และสารประกอบไนโตรเจน (basic nitrogenous compound) (Saisithi *et al*., 1966; Dougan and Howard, 1975; McIver *et al*., 1982) สำหรับกลิ่นคล้ายเนื้อได้จากสารประกอบคีโตน และกรดคีโตนต่าง ๆ (Dougan and Howard, 1975; McIver *et al*., 1982) Saisithi *et al.* (1966) พบว่าเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus sp*., *Coryneform, Streptococcus sp., Micrococcus sp. และ Staphylococcus sp.* ที่แยกได้จากน้ำปลาไทยอายุ 9 เดือน จะสร้างกรดที่ระเหยได้ (volatile acids) ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นในน้ำปลาโดย *Staphylococcus sp.* จะสร้างกรดที่ระเหย ได้ปริมาณสูงที่สุด

McIver *et al.* (1982) ได้ศึกษาส่วนประกอบของกลิ่นรสในน้ำ ปลาโดยใช้กระบวนการสกัดเพื่อให้เกิดการแยกของสารผสมที่ทำให้ เกิดรสชาติของน้ำ ปลา ได้สารประกอบทั้งหมด 43 ชนิด เป็ นกรด 8 ชนิด แอลกอฮอล์ 10 ชนิด เอมีน 6 ชนิด สารประกอบอื่นที่มีไนโตรเจน 7 ชนิด แลคโตน 4 ชนิด คาร์ บอนิล 3 ชนิด และสารประกอบที่มีซัลเฟอร์ 5 ชนิด Saisithi (1967) ได้ทำการวิเคราะห์ กลิ่นของน้ำปลาโดยวิธี paper chromatography พบว่ากลิ่นของน้ำปลาประกอบด้ วยกรดอินทรีย์ ที่ระเหยได้ 5 ชนิดและกรดอินทรีย์ ที่ระเหยไม่ ได้ 1 ชนิด กรดอินทรีย์ที่ระเหยได้มี formic acid, acetic acid, propionic acid, isobutyric acid และตัวที่ 5 ยังบอกชื่อไม่ได้ กรดทั้ง 4 ชนิดแรก พบว่ามีปริมาณเกือบเท่า ๆ กันโดยการเปรียบเทียบขนาดของ จุดที่พบบน chromatogram ส่วนตัวที่ 5 นั้นมีอยู่น้อยมากเมื่อเทียบกับ 4 ตัวแรก ส่วนกรดอินทรีย์ที่ระเหยไม่ได้นั้น พบว่าเป็น lactic acid เหตุผลที่ยืนยันได้ดีประการหนึ่งว่ากรดที่ระเหยได้ ทั้ง 5 ชนิด นั้นเป็น กลิ่นของน้ำปลาคือ เมื่อกลั่นเอากรดเหล่านี้ออกจากน้ำปลา น้ำปลาจะไม่มีกลิ่นเลยถึงแม้ว่าจะทำให้พีเอชของน้ำปลากลับเป็นกรดอย่างเดิมก็ตาม

สำหรับรสชาติของน้ำปลาพบว่าประกอบด้วยกรดอะมิโนหลายชนิดซึ่งกรดอะมิโนเหล่านี้จะมีรสเฉพาะของ ตัวเอง บรรดากรดอะมิโนที่พบในน้ำ ปลาเกือบทุกระยะของการหมักคือ lysine, aspartic acid, glutamic acid, glycine, histidine, leucine และ phenylalanine จำนวนกรดอะมิโนจะลดน้ อยลงเมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้น โดยในระยะ 1-3 เดือน จะมีกรดอะมิโน 20-22 ชนิด และเมื่อหมักครบหนึ่งปี จะมีกรดอะมิโนเหลืออยู่ เพียง 13 ชนิด เพราะกรด อะมิโนเหล่านี้จะถูกใช้เป็นอาหารของแบคทีเรียที่อยู่ ในน้ำปลาหรือไปทำปฏิกิริยาเคมี เช่ น non-enzymatic browning reaction ทำให้กรดอะมิโนลดน้อยลงไป (ประเสริฐ, 2511)

Saisithi (1967) ได้ศึกษาเชื้อแบคทีเรียที่พบในน้ำ ปลาพบว่ามีเชื้อแบคทีเรียที่สามารถทำให้เกิดกลิ่นในน้ำปลาได้ 3 พวก คือ

1. พวกที่สร้างกลิ่นหอมคล้ ายกุหลาบ กลิ่นนี้จะสังเคราะห์ ได้จากกระบ วนการย่อยสลาย (strecker degradation) ของ aromatic amino acids เชื้อแบคทีเรียเหล่ านี้มีลักษณะเป็นแท่งแกรมบวก ไม่ ต้องการออกซิเจนในการเจริญ และในอาหารที่ ใช้เลี้ยงจะต้ องมีเกลืออยู่ด้วยไม่น้อยกว่า 10.0 เปอร์เซ็นต์

2. พวกที่สร้างกลิ่นเหมือนกลิ่นเนื้อ พวกนี้เป็นเชื้อแบคทีเรียที่มีลักษณะแกรมลบไม่เคลื่อนที่ เป็นแท่งสั้นและปลายมน

3. พวกที่ให้ กลิ่นที่เป็นกรดใกล้ เคียงกับกลิ่นของน้ำ ปลามาก กลิ่นนี้ได้ จากเชื้อแบคทีเรียที่มีลักษณะกลม อยู่ รวมกันเป็ นกลุ่ม จากการศึกษาทางรูปร่ างคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อแบคทีเรียตัวนี้จึงจัดเข้ าไว้ในสกุล *Pediococcus* ของครอบครัว *Lactobacillaceae* ซึ่งปรากฏว่าคือ *Pediococcus halophilus*

2.1.3 การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์

การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ในการหมักน้ำปลาจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี แบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวปลาอาจติดมากับปลา หรือปนเปื้อนมากับ เครื่องมือ เครื่องใช้ หรือเกลือที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ซึ่งมีทั้งพวกที่ชอบเกลือและไม่ชอบเกลือ พวกที่ไม่ชอ บเกลือจะลดจำนวนลงหรือตายไป ส่วนพวกที่ชอบเกลือจะเพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ การเจริญของแบคทีเรียจะมีมากที่สุดในระยะแรกของการหมัก โปรตีนและไขมันในตัวปลาจะถูกย่อยสลายไปบางส่วนจากการทำงานของแบคทีเรียโดยทั่วไป ถึงแม้แบคทีเรียจะหยุดการเจริญแต่เอนไซม์ก็ยังสามารถทำงา นในการย่อยสลายต่อไปได้ ในกระบวนการหมักการย่อยสลายในน้ำปลาจะพบได้ทั้งกระบวนการย่อยสลายของไขมันและการย่อยสลายโปรตีนซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในปลา ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ จึงมีแบคทีเรียเป็นตัวการสำคัญ ต่อมาจะมีจำนวนลดลง จากการศึกษาพบว่าแบคทีเ รียที่มาเกี่ยวข้อง ได้แก่ *Micrococcus sp., Staphylococcus sp., Bacillus sp., Streptococcus sp., Pseudomonas sp., Sarcina sp.* และ *Lactobacillus sp.* (พวงพร, 2534) และกฤษดา (2529) ได้แบ่งแบคทีเรียในกลุ่มนี้ออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

1) แบคทีเรียที่ชอบเกลือควา มเข้มข้นปานกลาง (Moderate halophilic) แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถเจริญได้ในที่ที่มีความเข้มข้นของเกลือตั้งแต่ 3-25 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ แบคทีเรียในกลุ่ม Pseudomonas, Achromobacteria, Micrococcus, Pediococcus และ Bacillus

2) แบคทีเรียที่ชอบเกลือความเข้มข้นสูง (Extream halophilic) แบคทีเรียในกลุ่มนี้ต้องการความเข้มข้นของเกลือสูงกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปในการเจริญ ได้แก่ แบคทีเรียในกลุ่ม Halobacterium และ Halococcus

2.1.4 องค์ประกอบของน้ำปลา

1) ไนโตรเจน น้ำปลาเป็นแหล่งของไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาโดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 0.113-2.2 เปอร์เซ็นต์ Subba (1967) พบว่า ไนโตรเจนที่พบในน้ำปลาส่วนหนึ่งจะเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนในเนื้อปลา ซึ่งอยู่ระหว่าง 40-60 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนทั้งหมด ไนโตรเจนที่เหลือจะเป็นองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ ของเนื้อปลา น้ำปลาที่ผลิตจากเนื้อปลาชนิดต่างๆ จะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.92-2.64 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณที่ต่างกันขึ้นอยู่กับการทำให้เจือจางของน้ำปลาที่ได้ น้ำปลาคุณภาพดีที่ทำจากปลากะตัก (Anchovy) จะมีไนโตรเจนประมาณ 2.5 เปอร์เซ็นต์ บางส่วนของไนโตรเจนจะสู ญหายไปในระหว่างก่อนและหลังการหมัก

2) กรดอะมิโน กรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบของโปรตีนที่อยู่ในเนื้อปลาประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น ได้แก่ Lysine, Leucine, Isoleucine, Methionine, Phenylalanine, Thionine, Tryptophane, Tyrosine และ Valine และกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น Aspartic

acid, Serine และ Histidine กรดอะมิโนจะถูกปล่อยออกมามากในช่วง 0-3 สัปดาห์ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 3-20 สัปดาห์ กรดอะมิโนจะถูกปล่อยออกมาน้อยลง และจะไม่มีกรดอะมิโนถูกปล่อยออกมาเลยในช่วง 20-52 สัปดาห์ เนื่องจากช่วงเริ่มต้นและช่วงกลางเป็นช่วงเวลาที่มีการย่อยสลายสูง แบคทีเรียสามารถเจริญได้ดี และการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์กลุ่มที่ย่อยสลายเปปไทด์เป็นกรดอะมิโนจากความเข้มข้นของเกลือมีน้อย และสาเหตุที่ช่วงสุดท้ายของการหมักกรดอะมิโนมีปริมาณลดลง เนื่องมาจากการถูกจำกัดเรื่องการย่อยสลายและกรดอะมิโนบางส่วนถูกใช้ในปฏิกิริยาทางเคมี เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสี (Maillard reaction)

3) ไขมัน ความเข้มข้นของเกลือจะเป็นตัวเร่งการเติมออกซิเจนของกรดไขมัน ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นองค์ประกอบอย่างอื่นในน้ำปลา และเป็นตัวที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ลักษณะของน้ำปลา เช่น สี กลิ่น และรสชาติ

4) เกลือ ที่พบในน้ำปลาส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) มีประมาณ 27-31 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของเกลือจะช่วยป้องกันและรักษาคุณภาพของน้ำปลาไม่ให้เกิดการเน่าเสียเมื่อทิ้งไว้เป็นระยะเวลานาน

5) เกลือแร่ ในน้ำปลา 1 ลิตรจะมีแคลเซียมประมาณ 700 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 220 มิลลิกรัม เหล็ก 6 มิลลิกรัม ไอโอดีน 154-790 ไมโครกรัม แมกนีเซียม 2.208-2.31 กรัมต่อลิตร และสารอินทรีย์ของกำมะถัน 0.54-1.16 กรัมต่อลิตร ปริมาณแร่เหล็กในน้ำปลามีอยู่ประมาณ 10-22 มิลลิกรัมต่อลิตร จาก การวิจัยของกรมวิทยาศาสตร์บริการ (2516) พบว่าวิตามินที่พบมากที่สุดในน้ำปลาไทย คือ วิตามินบี 12

6) กรดอินทรีย์ กรดอินทรีย์สำคัญที่พบในน้ำปลา คือ Lactic acid, Acetic acid และ Pyroglutamic acid ซึ่งพบว่า Lactic acid, Acetic acid มีปริมาณค่อนข้างสูงเนื่องจากการทำงานของจุลินทรีย์ในกระบวนการ Lactic acid fermentation ส่วน Citric acid และ Succinic acid ไม่ได้เป็นผลที่เกิดจากกระบวนการหมักแต่ได้รับจากวัตถุดิบ ที่ใช้ซึ่งเป็นการปลดปล่อยอย่างอิสระโดยมีแบคทีเรียเป็นตัวควบคุม เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มมากขึ้นจะพบ Isovaleric และ Butyric acid ส่วนกรดอินทรีย์ตัวอื่นๆ ที่พบในน้ำปลา คือ Pyruavic acid, Formic acid, Malic acid, Propionic acid, α- ketoglutaric acid และ Levalinic acid นอกจากนี้ ยังพบว่า Levalinic acid มีบทบาทสำคัญในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

2.1.5 ชนิดของน้ำปลา

จากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 203) พ.ศ. 2543 ว่าด้วยเรื่องน้ำปลา พบว่าสามารถทำการผลิตจากสัตว์อื่นที่ไม่ใช่ปลาได้ โดยได้แบ่งชนิดของน้ำปลาที่ผลิตในประเทศไว้ 3 ชนิด (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2545) คือ

1) น้ำปลาแท้ หมายถึง น้ำปลาที่ผลิตจากการหมักหรือย่อยสลายปลาหรือส่วนของปลาหรือกากของปลาที่เหลือจากการหมัก

2) น้ำปลาที่ทำจากสัตว์อื่น หมายถึง น้ำปลาที่ได้จากการหมักหรือย่อยสัตว์อื่นที่ไม่ใช่ปลาและรวมถึงน้ำปลาที่ทำจากสัตว์อื่นที่มีน้ำปลาแท้ผสมอยู่ด้วย

3) น้ำปลาผสม หมายถึง น้ำปลาตาม ข้อ 1 หรือ 2 ที่มีสิ่งอื่นที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเจือปนหรือเจือจางหรือปรุงแต่งกลิ่นรส

2.1.6 มาตรฐานน้ำปลา

ประเทศไทยได้มีการประกาศใช้มาตรฐานน้ำปลาโดย แบ่งได้เป็น 2 มาตรฐาน เพื่อการบริโภคและการผลิต คือ มาตรฐานน้ำปลาตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (เพื่อการบริโภค) และ มาตรฐานน้ำปลาของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) (เพื่อการผลิต)

ตารางที่ 1 มาตรฐานน้ำปลาเพื่อการบริโภคของกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 203) พ.ศ. 2543

น้ำปลาแท้ และน้ำปลาที่ทำจากสัตว์อื่น	น้ำปลาผสม
1. มีสีกลิ่นและรสของน้ำปลาแท้ หรือน้ำปลาที่ทำมาจากสัตว์อื่น 2. ใส ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันเกิดจากธรรมชาติไม่เกิน 0.1 กรัม/ลิตร 3. มีเกลือในน้ำปลา 1 ลิตร 3.1 โซเดียมคลอไรด์ไม่น้อยกว่า 200 กรัม 3.2 กรณีที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์อย่างเดียว จะต้องมีปริมาณเกลือชนิดใด ชนิดหนึ่งหรือทั้ง 2 ชนิดรวมกันไม่น้อยกว่า 200 กรัม 4. มีไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 9 กรัม/ลิตร 5. มีไนโตรเจนจากกรดอะมิโนไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 และไม่เกินร้อยละ 60 ของ ไนโตรเจนทั้งหมด 6. มีกรดกลูตามิคต่อไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 0.4 แต่ไม่เกิน 0.6 7. ไม่ใช้สี เว้นแต่สีน้ำตาลเคี้ยวไหม้หรือสีคาราเมล 8. ไม่ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล	1. มีสี กลิ่น และรสของน้ำปลาผสม 2. ใส ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันเกิดมาจากธรรมชาติไม่เกิน 1 กรัม /ลิตร 3. มีเกลือในน้ำปลา 1 ลิตร 3.1 โซเดียมคลอไรด์ไม่น้อยกว่า 200 กรัม 3.2 กรณีที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์อย่างเดียวจะต้องมีปริมาณเกลือชนิดใด ชนิดหนึ่งหรือทั้ง 2 ชนิดรวมกันไม่น้อยกว่า 200 กรัม 4. มีไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 4 กรัม/ลิตร 5. มีกรดกลูตามิคต่อไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 0.4 แต่ไม่เกิน 1.3 6. ไม่ใช้สี เว้นแต่สีน้ำตาลเคี้ยว หรือสีคาราเมล 7. ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล หรือใช้ร่วมกับน้ำตาลนอกจากการใช้น้ำตาล

สำหรับมาตรฐานน้ำ ปลาของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (มอก.) เพื่อการผลิตจะแบ่งน้ำปลาออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ ชั้นคุณภาพ 1 และชั้นคุณภาพ 2 โดยการแบ่งชั้นคุณภาพของน้ำ ปลานั้นการกำหนดจะขึ้นอยู่ กับคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และไนโตรเจนจากกรดอะมิโน

ตารางที่ 2 มาตรฐานน้ำ ปลาเพื่อการผลิตของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (มอก. 3-2526)

ชั้นคุณภาพ	ไนโตรเจนทั้งหมด กรัม/ ลบ.ดม	ไนโตรเจนจากกรดอะมิโน กรัม/ลบ.ดม.
ชั้นคุณภาพ 1	20	10
ชั้นคุณภาพ 2	15	7.5

มาตรฐานด้านอื่น ๆ ของน้ำปลาแท้

1. จะต้องมีกลิ่นและรสของน้ำปลาแท้
2. ต้องใส สะอาด ไม่มีวัตถุอื่นเจือปนอยู่ ยกเว้นวัตถุที่ได้มาจากกระบวนการหมักทางธรรมชาติเท่านั้น (ต้องไม่เกิน 0.1 กรัม ต่อ 1 ลิตร)
3. มีส่วนผสมของเกลือ (เกลือโซเดียมคลอไรด์) ในน้ำปลา 1 ลิตรไม่ต่ำกว่า 200 กรัม/ลิตร
4. ต้องมีปริมาณของโปรตีนไม่ต่ำกว่า 9 กรัม/ลิตร
5. มีกรดอะมิโนไนโตรเจนอยู่ระหว่างร้อยละ 40-60 ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด
6. มีกรดกลูตามิคต่อไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.4-0.8
7. ไม่เจือสีใด ๆ ยกเว้นสีที่ได้จากน้ำตาลคาราเมล
8. ไม่ใส่สารให้รสหวานใด ๆ ยกเว้นน้ำตาล

2.2 ปลาดุกร้า

ปลาดุกร้าเป็นภูมิปัญญาในการถนอมอาหารของชาวปักษ์ใต้ที่มีการสืบทอด กันนานนับ 100 ปีมาแล้ว ปลาดุกร้ามีลักษณะคล้ายปลาเค็มหรือปลาแห้ง แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนที่ ปลาดุกร้า มีรสชาติเฉพาะตัว คือมีรสเค็มปนหวาน และมีกลิ่นหมัก เมื่อนำไปทำให้สุกโดยการทอด หรือ ย่าง ก็ยิ่งทำให้มีกลิ่นหอมจากการหมักมากยิ่งขึ้น ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 1029/2548) ได้ให้ความหมายของปลาดุกร้าไว้ดังนี้

ปลาดุกร้า เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลาดุกขนาดที่เหมาะสมมาทำการตัดหัว เอาเครื่องในและไขมันในช่องท้องออก ล้างให้สะอาด อาจผึ่งให้แห้ง นำมาคลุกกับเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ น้ำตาล หมักไว้เป็นเวลา 1 คืน นำไปทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น ๆ อาจนำไปปรุงรส หมัก และทำให้แห้งซ้ำจนมีกลิ่นรสตามต้องการ ก่อนบริโภคต้องทำให้สุก

2.2.1 กระบวนการผลิตปลาดุกร้า

แต่เดิมนั้นการผลิตปลาดุกร้ามีวัตถุประสงค์เพื่อการถนอมอาหาร ซึ่งส่วนใ หญ่บริโภคในครัวเรือน เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและความสะดวกในการขนส่งทำให้ความต้องการปลาดุกร้าเพิ่มขึ้นอย่างมาก จึงมีผลให้มีการผลิตปลาดุกร้าในรูปแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็กเพิ่มมากยิ่งขึ้น แหล่งผลิตปลาดุกร้าที่สำคัญ ได้แก่ พื้นที่บริเวณรอบ ๆทะเลสาบสงขลา ปลาดุกร้าในแต่ละท้องที่จะมีรสชาติของแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ กรรมวิธีการหมัก และการตากแดด (สารานุกรมวัฒนธรรมไทยภาคใต้, 2542) การผลิตปลาดุกร้ามีหลักการการถนอม คือการหมักด้วยเกลือและน้ำตาลแล้วทำให้แห้งในระดับปานกลาง ผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าที่ได้จึงจัดให้เป็นอาหารแห้งที่มีปริมาณความชื้นปานกลาง โดยมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ (Water activity: a_w) ระหว่าง 0.6-0.9 สำหรับปลาดุกร้าควรมีค่า a_w ไม่เกิน 0.8 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2548) ในกระบวนการผลิตปลาดุกร้าประกอบด้วยกระบวนการแปรรูปที่ สำคัญสอง 2 กระบวนการ คือ การหมักด้วยเกลือและน้ำตาล และการทำแห้ง

1) กระบวนการหมัก (Fermentation)

การผลิตปลาดุกร้าอาศัยกระบวนการหมัก โดยการหมักปลาดุกกับเกลือและน้ำตาลประมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักปลาดุกเริ่มต้น ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบ โตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียและจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร เมื่อผ่านการแปรรูปแล้วทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้า มีเนื้อสัมผัสที่นิ่ม มีรสเค็มปนหวาน มีกลิ่นหมัก และสามารถเก็บปลาดุกร้าไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากจุลินทรีย์บางชนิดเท่านั้นที่สาม ารถทำให้เกิดการหมักดองในปลาดุกร้า จุลินทรีย์เหล่านี้จะย่อยสลายสารต่าง ๆ ด้วยเอนไซม์ที่มีอยู่ในเซลล์ และเอนไซม์นี้จะทำปฏิกิริยาหลายขั้นตอนเพื่อย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นสารประกอบหลายชนิด และสารนี้จะรวมกันเป็นกลิ่นรสของปลาดุกร้า โดยทั่วไปกา รย่อยสลายโปรตีนนั้นจะทำให้เกิดการเน่าเหม็นและย่อยสลายไขมัน จะมีกลิ่นเหม็นหืนและกลิ่นคาว ขณะเดียวกันการย่อยสารคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่จะได้แอลกอฮอล์ แก๊ส และกรด ซึ่งการย่อยสารประกอบทั้งสามประเภท

นี้ถ้าเกิดอัตราที่เหมาะสมแล้วจะทำให้คุณภาพทางกลิ่นรสของปลาดุกร้า ที่ดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Thanonkaew et al., 2007)

กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นเมื่อมีซับสเตรต จุลินทรีย์ และสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมจุลินทรีย์เจริญเติบโตโดยใช้ซับสเตรตหรือทำปฏิกิริยาซับสเตรตภายใต้สภาวะที่ควบคุมภายในเวลาที่กำหนดก็จะได้ผลผลิตออกมา ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปที่เกิดจากกระบวนการหมักหรืออาหารหมักดองนิยมบริโภคอย่างกว้างขวางในแถบประเทศตะวันออกมากกว่าในแถบประเทศตะวันตกโดยเฉพาะในแถบประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น เวียดนาม ลาว กัมพูชาและไทย มีการนำสัตว์น้ำมาแปรรูปโดยผ่านกระบวนการหมัก เช่น การทำกะปิ น้ำปลา ปลาร้า ปลาเจ่า ปลาจ่อม เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการหมักมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามภาษาของแต่ละประเทศหรือแต่ละท้องถิ่น เช่น น้ำปลา มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน ชาวพม่าเรียก ngapi (งาปี) ชาวฟิลิปปินส์เรียก patis (ปาติส) ส่วนกะปิ ชาวมาเลเซียเรียกว่า blachan (บลาชัน) ชาวอินโดนีเซียเรียกว่า trassi (แทรสซิ) และชาวฟิลิปปินส์เรียกว่า bagoong (บา–กู–อง) เป็นต้น

2) กระบวนการทำแห้ง (Dehydration)

การทำแห้งอาหาร หมายถึง การกำจัดความชื้นออกจากอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เนื่องจาก ความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลงจนถึงระดับที่สามารถป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์หรือปฏิกิริยาเคมีและเอนไซม์ได้ ในกระบวนการผลิตอาหารกึ่งแห้งสามารถลดความชื้น ทำได้สองวิธี คือ การระเหยน้ำออกโดยการตากแห้ง และการใช้สารที่สามารถเพิ่มความเข้มข้นของตัวถูกละลาย เช่น การเติมเกลือและน้ำตาล (Rahman and Labuza, 1999) สำหรับการแปรรูปปลาดุกร้าเป็นการลดปริมาณน้ำโดยการระเหยน้ำออกโดยการตาก ร่วมกับการใช้สารที่สามารถเพิ่มความเข้มข้นของตัวถูกละลายโดยการใช้เกลือและน้ำตาล เกลือและน้ำตาลได้นำมาใช้ในการถนอมอาหารเป็นเวลาช้านาน โดยเกลือแล ะน้ำตาลสามารถถนอมอาหารได้โดยการลดค่า a_w ของอาหารมีผลให้ลดปริมาณการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เกลือที่มีความเข้มข้นสูงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาโดยการลดเสื่อมเสียทางด้านจุลินทรีย์ได้ (Frazier, 1967) ซึ่งสามารถสรุปบทบาทและหน้าที่ของเกลือในผลิตภัณฑ์ปลากึ่งแห้งดังต่อไปนี้ (นงนุช, 2530)

1. เกลือสามารถดึงน้ำออกจากตัวปลา เนื่องจากความเข้มข้นของเกลือกับตัวปลาต่างกันจึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของมวล ทำให้น้ำในตัวปลาลดลงและความเข้มข้นของเกลือจะเพิ่มขึ้น

2. ประจุบวกของเกลือ สามารถรวมกับประจุลบของโพรโทพลา สซึม ในเซลล์ของจุลินทรีย์ทำให้เกิดสารที่เป็นพิษกับจุลินทรีย์

3. เกลือทำให้ระบบเอนไซม์ของจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีน ทำให้สามารถยับยั้งหรือทำลายปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน

4. น้ำเกลือสามารถลดปริมาณออกซิเจนที่สัมผัสกับเนื้อปลาหรือจุลินทรีย์ทำ ให้มีผลกับจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศและลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน

5. เกลือมีคุณสมบัติร่วมกับสารอื่น ๆ เช่น เมื่อมีเกลืออาจทำให้จุลินทรีย์ถูกทำลายได้จากคาร์บอนไดออกไซด์ หรือกรดได้ง่าย

การถนอมอาหารด้วยน้ำตาลซูโครสอาจทำได้โดยการแช่ในสารละลายน้ำ ตาล หรือเติมน้ำตาลลงในอาหารโดยตรง ความสามารถของน้ำตาลซูโครสในการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ขึ้นกับความเข้มข้น โดยน้ำตาลซูโครสประมาณร้อยละ 60 สามารถป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ได้ ขณะที่น้ำตาลซูโครสปริมาณเล็กน้อยจะกลายเป็นสารอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ปฏิกิริยาการต่อต้านจุลินทรีย์ของน้ำตาลซูโครส เกิดจากน้ำตาลซูโครสไปลดค่าa_w ในอาหาร เนื่องจากน้ำตาลซูโครสมีกลุ่มไฮดร็อกซิลจำนวนมากที่มีคุณสมบัติจับกับน้ำได้ดี จึงทำให้น้ำตาลซูโครสสามารถแตกตัวและกระจายตัวได้ดีในน้ำ ทำให้ค่า a_w ของอาหารลดลง ค่า a_w เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บอาหารสำหรับผลิตภัณฑ์ตากแห้งหรือผลิตภัณฑ์กึ่งแห้ง และเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์ ดังนั้นปริมาณน้ำตาลจึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากค่า a_w เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ สามารถใช้ค่า a_w ในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นหรือไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสีย ตลอดจนใช้ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ เพราะเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ค่า a_w ที่จำกัด โดยเราจะทำให้อาหารมีค่า a_w ต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติ บโตได้ที่ค่า a_w ต่ำกว่า 0.9 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่า a_w ต่ำกว่า 0.7

การทำปลาแห้งเริ่มต้นในอเมริกาเมื่อ ค.ศ. 1877 โดยนำปลาไปทำให้สุกด้วยไอน้ำ แล้วแยกเอากระดูก นำเนื้อปลาสุกไปขยี้ตะแกรงลวดให้เป็นก้อนเล็กๆ จากนี้จึงนำไปทำแห้งโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 200 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง วิธีตากแห้งอาจใช้วิธีธรรมชาติโดย

การผึ่งแดด (Sun drying) หรือใช้ เครื่องอบแห้ง (Mechanical drying) ประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นิยมทำปลาแห้งโดยใช้แสงอาทิตย์ เนื่องจากสะดวก และประหยัดว่าการใช้ตู้อบ นอกจากนี้ยังสามารถตากปลาได้คราวละจำนวนมาก แต่วิธีนี้มีข้อเสียเนื่องจากแมลงก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลิตภัณฑ์ตากแห้งมาก กว่าสัตว์ชนิดอื่น ในประเทศไทยมีรายงานประเมินความเสียหายของผลิตภัณฑ์ตากแห้งที่เกิดจากแมลงวันสูงถึงร้อยละ 50- 90 ของมูลค่าโดยพบจากแมลงวันและแมลงปีกแข็ง ดังนั้นต่อมาจึงได้มีการพัฒนาเครื่องตากปลาแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar tent drier) ซึ่งสามารถลดปริมาณน้ำในปลาลงเหลือร้อยละ 13 ในขณะที่ตากแห้งโดยใช้แสงแดดโดยตรงเนื้อปลาจะมีความชื้นร้อยละ 21 ในระยะเวลาเท่ากัน และมีอายุการเก็บรักษายาวนานกว่าการตากแห้งแบบธรรมชาติ วิธีป้องกันการรบกวนของแมลงต่างๆ ได้ เนื่องจากตากปลาในกระโจมซึ่งคลุมด้วยพลาสติกใส ชนิดพอลิเอทิลีน มีช่องอากาศผ่านเข้าออก ประเทศไทยนิยมนำปลาทั้งตัวมาทำเค็มตากแห้ง โดยตัดหัวและควักไส้เอาอวัยวะภายในออกให้หมดก่อนนำมาตากแห้ง ปลาที่นิยมนำมาตากแห้ง ได้แก่ ปลาสลิด ปลาตะเพียน ปลากระดี่ ปลาช่อน และ ปลาหมอ เป็นต้น

2.2.2 สถานที่และแหล่งผลิตปลาดุกร้า

ทะเลสาบสงขลาเป็นทะเลสาบขนาดใหญ่ ที่เกิดขึ้นระหว่างแผ่นดินใหญ่และแนวสันทราย มีพื้นที่ประม าณ 1,040 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ 3 จังหวัด คือ จังหวัดสงขลา จังหวัดพัทลุง และจังหวัดนครศรีธรรมราช บริเวณทะเลสาบประกอบด้วยทะเลหลวง ทะเลตอนในและทะเลน้อย ซึ่งนับว่าเป็นทะเลสาบที่มีพื้นลุ่มน้ำขนาดใหญ่ที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีประมาณน้ำเฉลี่ยรายปี 7,301 ล้านลูกบาศก์เมตร

จากกรรมวิธีในการผลิตปลาดุกร้า จะเห็น ได้ว่ามี วัสดุเศษ เหลือที่ถูกทิ้งโดยเปล่าประโยชน์เป็นจำนวนมาก อาทิ หัวปลา เครื่องในปลา ไขมันในตัวปลา น้ำหมักปลา เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนอุดมสมบูรณ์ไปด้วยโปรตีนหลากหลายชนิด และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง หากนำไปทิ้งลงในแหล่งน้ำก็จะทำให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าเสียอ ย่างรุนแรง เนื่องจากจะเป็นแหล่งอาหารชั้นดีของจุลินทรีย์ ดังจะเห็นได้จากแหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียงกับกลุ่มผู้ผลิตปลาดุกร้ามักมีปัญหาน้ำเน่าเสียอยู่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งปัญหาดังกล่าวนอกจากจะส่งผลกระทบต่อระบบสุขภาพของผู้ที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นแล้วยังก่อให้เกิดมลภ าวะทางสายตาให้แก่ผู้พบเห็นและนักท่องเที่ยว ทำให้ทัศนียภาพที่สวยงามของชุมชนทะเลน้อยถูกทำลาย และยังส่งผลต่อความเชื่อมั่นของผู้บริโภคที่มีต่อความสะอาดและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าอีกด้วย

การนำวัสดุเศษเหลือดังกล่าวมาผ่านกระบวนการเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ จึงเป็นแนวทางที่สามารถจะช่วยลดผลกระทบดังกล่าวได้ เนื่องจากในวัสดุเศษเหลือนั้นอุดมสมบูรณ์ไปด้วยโปรตีนจึงมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการผ่านกระบวนการผลิตก็จะอุดมไปด้วยคุณค่า นอกจากนี้วิธีการดังกล่าวจะช่วยลดปริมาณของเสียที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำให้น้อยลงได้ด้วย โดยโครงการวิจัยนี้จะนำวัสดุเศษเหลือจากกรรมวิธีการผลิตปลาดุกร้ามาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์น้ำปลาสำหรับใช้ในชุมชนและส่งจำหน่าย เนื่องจากน้ำปลามีประโยชน์ที่หลากหลาย อาทิ น้ำปลาเป็นเครื่องปรุงรสชาติอาหาร เพราะให้รสชาติหอมอร่อยกว่าใช้เกลือ, การทำน้ำปลาเป็นการถนอมอาหารที่สามารถเก็บไว้ได้นานนับปี โดยไม่ตกตะกอน , น้ำปลามีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย คือมีโปรตีนสูง วิตามินบี เหล็กและไอโอดีน หากสามารถนำวัสดุเศษเหลือจากกรรมวิธีการผลิตปลาดุกร้ามาผลิตเป็นน้ำปลาได้ก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำปลาของชุมชนลงได้ และอาจมีการขยายกำลังการผลิตน้ำปลาเพื่อส่งขายในจังหวัดใกล้เคียงอีกด้วย นอกจากนี้การผลิตน้ำปลาจากวัสดุเศษเหลือในกรรมวิธีการผลิตปลาดุกร้ายังเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของสิ่งวัสดุเศษเหลือให้มีราคามากขึ้น ทั้งยังช่วยเพิ่มรายได้จากการผลิตปลาดุกร้าให้สูงขึ้นอีกด้วย ซึ่งผลทั้งหมดจะทำให้ชุมชนมีฐานทางเศรษฐกิจที่ดีขึ้น และส่งผลให้ประชาชนในชุมชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นตามไปด้วย