บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ปลาร้า

ปลาร้าในภาษาอังกฤษเรียกว่า "Pickled fish" ปลาร้าเป็นผลิตภัณฑ์หมักดองพื้นบ้านที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง นอกจากนี้ยังมีการส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา และแถบยุโรป ที่มีประชาชนในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไปอาศัยอยู่ ปลาร้าที่ผลิตกันในปัจจุบันจะผลิตทั้งปลาน้ำจืด เช่น ปลากระดี่ ปลาสร้อย ปลาช่อน ปลานิล ปลาตะเพียน ปลาดุก และปลาแขยง ส่วนปลาทะเลได้แก่ ปลาจวด ปลาปากคม และปลาเป็ดรวมชนิด ซึ่งการผลิตจะมีระดับตั้งแต่ครัวเรือนจนกระทั่งถึงอุตสาหกรรมโดยปริมาณ การผลิตจะต่างกัน ถ้าเป็นการผลิตในครัวเรือนจะมีการผลิต 30 - 12,000 กิโลกรัมต่อเดือน ถ้าเป็นโรงงานใหญ่ จะมีการผลิต 24,000 - 30,000 กิโลกรัมต่อเดือน ซึ่งการผลิตปลาร้ามีขั้นตอนการผลิตใกล้เคียง ในแต่ละพื้นที่ แต่แตกต่างกันเฉพาะชนิดของปลา อัตราส่วนปลาต่อเกลือ ระยะเวลาการหมักปลากับเกลือก่อนนำมาผสมข้าวคั่วและรำ (พรภัทรา, 2549)

1) ขั้นตอนและกรรมวิธีการผลิตปลาร้า

- ล้างปลาให้สะอาด ถ้าเป็นปลาที่มีเกล็ดขนาดใหญ่ต้องขอดเกล็ดก่อน หากมีขนาดเล็กอย่างปลาซิวก็ไม่ต้อง ปลาที่นำมาทำปลาร้า มีทั้งปลาหนัง (ปลาที่ไม่มีเกล็ด) และปลาที่มีเกล็ด ได้แก่ ปลาช่อน ปลาดุก ปลาขาวนา ปลาขาวสูตร ปลาขาวมล ปลาซิว ปลากระดี่ ปลาหมอ ปลาเก๋า ปลาตอง กุ้งและปูเล็กๆ ปลาที่นำมาทำปลาร้าต้องแยกขนาดปลาเล็ก ปลาใหญ่ ไม่ทำปะปนกัน

- เอาไส้และขี้ปลาออกจากตัวปลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาขนาดใหญ่ ถ้าขนาดเล็กต้องใช้เวลามากจึงไม่นิยมเอาออก ล้างปลาให้สะอาดใส่ตะแกรงผึ่งให้สะเด็ดน้ำ แล้วใส่เกลือ ข้าวคั่ว หรือรำให้ได้สัดส่วน 6 : 2 : 1 คือ ปลาหกถ้วยใส่เกลือสองถ้วย ใส่รำหรือข้าวคั่วหนึ่งถ้วย (ถ้วยตราไก่) แล้วนวดคลุกเคล้าให้เข้ากัน ให้เกลือดูดซึมเข้าในเนื้อปลา (บางแห่งจะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

ใส่รำและข้าวคั่วในภายหลัง) ถ้าหากปลาและเกลือผสมกันได้สัดส่วนตัวปลาจะแข็งและไม่เละ ถ้าตัวปลาเหลวไม่แข็งพอควรโรยเกลือลงคลุกอีก

- เมื่อเสร็จสิ้นกรรมวิธีการนวดปลาแล้ว จะนำลงบรรจุในภาชนะเช่น ไห หรือตุ่มที่ล้างสะอาด และแห้งแล้ว ให้ต่ำกว่าระดับขอบปากไหเล็กน้อย ปิดปากไหด้วยผ้าหรือพลาสติก ถ้าเป็นไหของชาวบ้านนิยมใช้ผ้าห่อขี้เถ้าให้เป็นก้อนโตกว่าปากไหแล้วนำมาปิดทับ เพื่อป้องกันแมลงวันมาไข่ หมักทิ้งไว้จนมีน้ำเกลือไหลท่วมปลาในไห และตัวปลาออกเป็นสีแดงกว่าเดิม แสดงว่าเป็นปลาร้าแล้ว เวลาที่ใช้หมักอาจแตกต่างกันไปตามขนาดของตัวปลา แต่อย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 5 - 8 สัปดาห์ หรือนานที่สุดอาจถึงหนึ่งปี ปลาร้าที่หมักหกเดือนไปแล้ว ถือว่าปลอดภัยไม่มีพยาธิ (วารสารศิลปวัฒนธรรม, 2535)

2) คุณลักษณะทั่วไปของปลาร้า

ปลาร้าที่ดีต้องมีกลิ่นหอม เนื้อปลาสะอาด มีสีอมชมพู ไม่มีสิ่งปลอมปน เช่น ปีก ขา แมลงวัน และอื่นๆ สีของรำ และข้าวคั่ว ไม่ดำคล้ำ เนื้อปลาไม่แข็งกระด้าง หรือยุ่ยเละ มีกลิ่นหอมเฉพาะ ไม่มีกลิ่นคาว กลิ่นแอมโมเนีย กลิ่นสาบ หรือกลิ่นหืน รสชาติดี ไม่เค็มเกินไป ควรมีความเค็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ประมาณร้อยละ 11-16 pH 4-6 ส่วนปลาร้าที่มีคุณภาพไม่ดีจะมีกลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเหม็นสาบ อับ กลิ่นหืน เนื้อปลาจะมีดำคล้ำ เนื้อปลาจะแข็งกระด้าง หรือเละมาก ไม่มีรสชาติของปลาร้า เค็มมาก รสเปรี้ยวหรือขม (พรภัทรา, 2549)

ปลาร้าเป็นอาหารที่มีองค์ประกอบทางเคมีหรือมีคุณค่าทางโภชนาการ โดยมีแร่ธาตุที่สำคัญอยู่มาก โดยเฉพาะมีแคลเซียมและฟอสฟอรัสอยู่มาก ซึ่งธาตุที่ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟันของร่างกายให้แข็งแรง นอกจากนี้ปลาร้าที่ผลิตได้ดีตามกระบวนการผลิตที่สะอาดถูกต้องได้มาตรฐาน ก็ยังไม่พบอันตรายทางจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายอีกด้วย (พิกุลทอง และลำไย, 2545)

ปลาร้าเป็นอาหาร และเครื่องปรุงรสที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งปลาร้า 100 กรัม จะมีคุณค่าสารอาหารดัง ตารางที่ 1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 1 : ค่าเฉลี่ยของสารอาหารในปลาร้า 100 กรัม

สารอาหารในปลาร้า	เนื้อปลาร้า	น้ำปลาร้า
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	1.75	0.0
ไขมัน (กรัม)	6.0	0.6
โปรตีน (กรัม)	14.5	3.2
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	117.5	18.2
วิตามินและแร่ธาตุในปลาร้า	**เนื้อปลาร้า**	**น้ำปลาร้า**
วิตามิน เอ (มิลลิกรัม)	195.0	0.0
วิตามิน บี 1 (มิลลิกรัม	0.02	0.0
วิตามิน บี 2 (มิลลิกรัม)	0.16	0.0
ไนอาซีน (มิลลิกรัม)	0.60	0.0
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	939.55	76.5
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	648.2	42.5
เหล็ก (มิลลิกรัม)	4.25	0.0

ที่มา : ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2549)

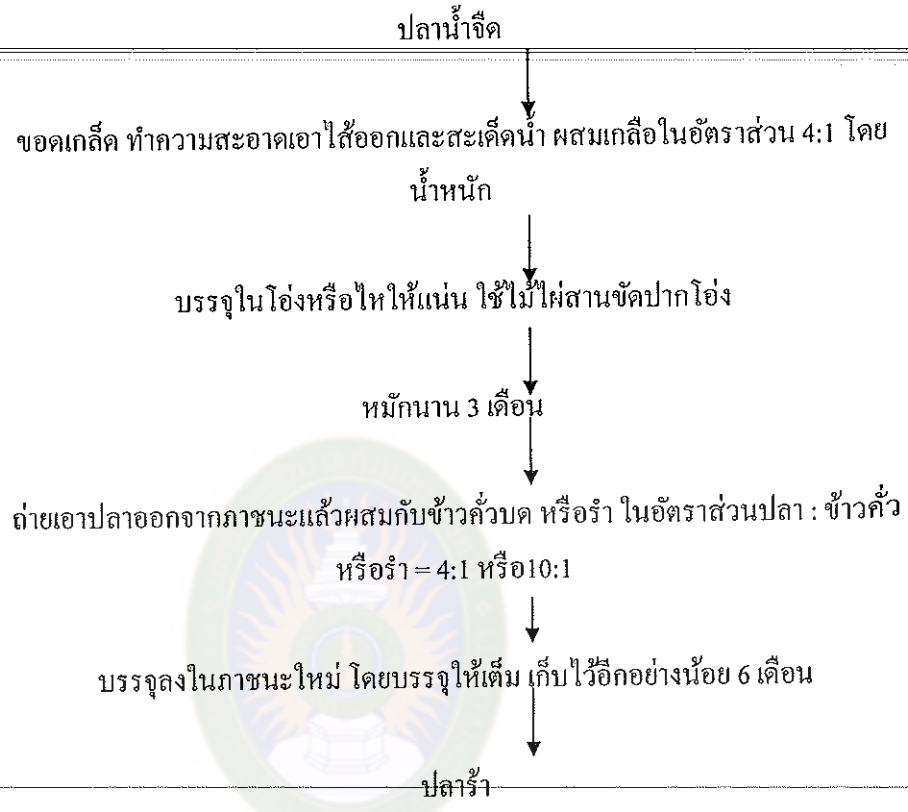
การผลิตปลาร้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมี 2 สูตร คือ

ปลาร้าข้าวคั่ว ได้จากปลาหมักเกลือที่ใส่ข้าวคั่ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้ จะมีลักษณะ แฉะ เนื้ออ่อนนุ่ม สีเหลืองเข้ม และมีกลิ่นหอม ปลาสดที่นิยมใช้ทำปลาร้าประเภทนี้ คือ ปลากระดี่ ปลาสลิด ปลาหมอเทศ ปลาดุก โดยใช้ปลาขนาดกลางและขนาดใหญ่

ปลาร้ารำ ได้จากปลาหมักเกลือใส่รำ หรือรำผสมข้าวคั่ว มีลักษณะเป็นสีคล้ำ ปลายังมีลักษณะเป็นตัว เนื้อไม่นิ่มมาก มีกลิ่นรุนแรงกว่าปลาร้าข้าวคั่ว ปลาที่ใช้ทำส่วนมากเป็นปลา- ขนาดเล็ก เช่น ปลาสร้อย ปลาซิว ปลากระดี่ ปลาร้าส่วนใหญ่ที่ชาวอีสานบริโภคเป็นปลาร้ารำ (ชาญชัย, 2539)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิธีการหมักปลาร้า



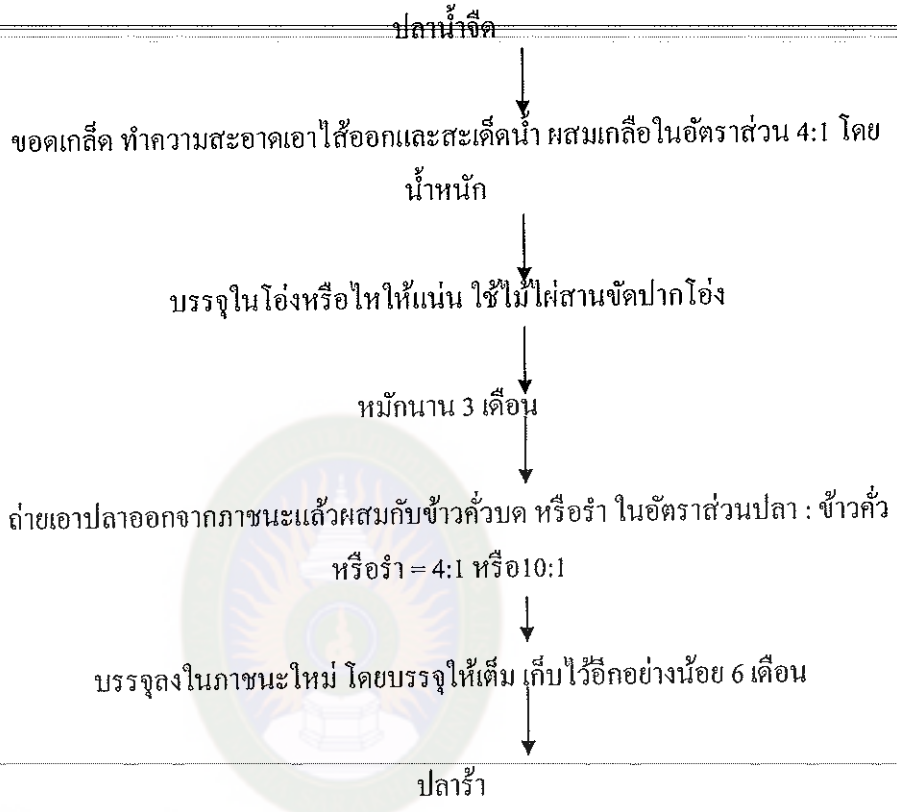
ภาพที่ 1 : กรรมวิธีการหมักปลาร้า
ที่มา : แพรวพรรณ (2522)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3) คุณภาพของปลาร้า

สิ่งที่บ่งชี้คุณภาพของปลาร้า คือ คุณค่าด้านสารอาหาร รส กลิ่น สี นักโภชนาการยอมรับกันว่าเมื่อเปรียบเทียบปลาร้ากับอาหารหมักดองประเภทอื่น เช่น ปลาจ่อม ปลาส้มฟัก กะปิ ปลาร้าให้คุณค่าด้านสารอาหารค่อนข้างสูง คือ ให้โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ โดยเฉพาะปลาร้าที่ทำมาจากปลาช่อนดัง ตารางที่ 2

วิธีการหมักปลาร้า



ภาพที่ 1 : กรรมวิธีการหมักปลาร้า
ที่มา : แพรวพรรณ (2522)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3) คุณภาพของปลาร้า

สิ่งที่บ่งชี้คุณภาพของปลาร้า คือ คุณค่าด้านสารอาหาร รส กลิ่น สี นักโภชนาการยอมรับกันว่าเมื่อเปรียบเทียบปลาร้ากับอาหารหมักดองประเภทอื่น เช่น ปลาจ่อม ปลาส้มฟัก กะปิ ปลาร้าให้คุณค่าด้านสารอาหารค่อนข้างสูง คือ ให้โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ โดยเฉพาะปลาร้าที่ทำมาจากปลาช่อนดัง ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : คุณค่าของปลาร้าเมื่อเทียบกับอาหารหมักดองประเภทอื่น

ผลิตภัณฑ์	โปรตีน	ไขมัน	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
ปลาร้า				
- ปลาช่อน	17.95	17.95	06.62	-
- ปลาหมอ	11.00	11.00	05.40	3.75
- ปลากระดี่	11.85	11.85	3.612	2.60
ปลาเจ่า	16.66	30.03	1.29	4.07
ปลาจ่อม	15.03	8.01	2.13	2.99
ปลาส้มฟัก	14.85	3.25	1.73	4.29
น้ำปลา				
- ปลาไส้ตัน	2.12	0.76	0.53	107.30
- ปลาหลังเขียว	2.02	4.66	-	-
- ปลาทูแขก	1.96	4.31	1.22	0.405
กะปิ				
- เคย	25.84	1.78	-	-
- ปลา	22.25	2.11	3.72	0.27

ที่มา : กองอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (2549)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ส่วนรส กลิ่น สีของปลาร้านั้น ขึ้นอยู่กับปลาร้าที่ได้สัดส่วนระหว่างปลา, เกลือ และอุณหภูมิ หากปลาร้าไม่เน่าเพราะเกลือได้สัดส่วนและเป็นเกลือสินเธาว์ตัวปลาจะแข็งมีสีแดง ส่วนกลิ่นที่หอมและรสที่ไม่เค็มเกินไปขึ้นอยู่กับการใช้ข้าวคั่วและรำใหม่ที่มีคุณภาพดี ประชากรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะเรียกปลาร้าตามคุณภาพของรสและกลิ่น เช่น ปลาแดกหอม ปลาแดกนัวหรือปลาแดกต่วง และปลาแดกโหน่ง

ปลาแดกหอม เป็นปลาร้าที่มีกลิ่นหอม สีแดง น่ารับประทาน ทำจากปลาตัวโต เช่น ปลาช่อน และปลาดุก ส่วนประกอบในการหมักใช้เกลือมากกว่าสูตรทั่วไป คือ ปลาสี่ส่วน เกลือสองส่วน และข้าวคั่วหรือรำหนึ่งส่วน

ปลาแดกนัว หรือ ปลาแดกต่วง เป็นปลาร้าที่หมักให้มีกลิ่นหอมอ่อน ปลาที่ใช้ทำจะเลือกปลาขนาดกลางและขนาดเล็ก ส่วนผสมประกอบด้วย ปลาสี่ส่วน เกลือหนึ่งส่วนครึ่ง และรำหนึ่งส่วน

ปลาแดกโหน่ง เป็นปลาร้าที่มีกลิ่นฉุน รสชาติแปลก สีออกดำคล้ำ นิยมใช้ปรุงส้มตำ ปลาร้าชนิดนี้จะทำมาจากปลาขนาดเล็ก เช่น ปลาซิว ปลาสร้อย ปลาขาวนา ส่วนผสมที่ใช้ ปลาสี่ส่วน เกลือหนึ่งส่วน รำหนึ่งส่วน ปลาร้าที่หมักนานกว่าสามเดือนขึ้นไปจะให้รสชาติที่ดี ถ้าปลาช่อนตัวใหญ่อาจต้องใช้เวลาถึงหนึ่งปี ไม่ต้องพะวงกับเชื้อโรคในปลาร้า เพราะนักโภชนาการ เชื่อว่า เกลือในปริมาณที่พอเหมาะมากพอ จะทำให้ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารบูดเน่าได้

ดังนั้น ถ้าปลาร้าที่ทำจากปลาที่ล้างสะอาด สด ใช้เกลือสินเธาว์ และภาชนะบรรจุที่เหมาะสมจะทำให้ได้ปลาร้าที่มีคุณภาพดี จากการศึกษาวิจัยยังพบอีกว่า ปลาร้าที่หมักนานกว่าสามเดือนขึ้นไป พยาธิใบไม้ตับ จะตายหมดไม่สามารถติดต่อมายังคนได้ไม่ว่าจะรับประทานปลาร้าดิบหรือสุกก็ตาม (อดิศักดิ์, 2549)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากปลาร้า สินค้ารูปแบบต่างๆ ของปลาร้าที่ส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศเป็นปลาร้าดิบผสม ข้าวคั่วหรือรำปลาร้าบดเป็นครีมและน้ำปลาร้า บรรจุขวดแก้วซึ่งตลาดที่ส่งออกไปมีทั้ง สหรัฐอเมริกา และยุโรป และในปี 2541 ได้ผลิตภัณฑ์ปลาร้าส่งออกไปขายยังยุโรปและผ่านการตรวจรับรองจากกรมประมง ปริมาณ 86 ตัน ซึ่งคิดเป็นมูลค่า 292,050 ดอลล่าร์สหรัฐ (FOB) นอกจากนี้ปลาร้าได้ส่งไปยังประเทศใต้หวันมากประมาณ ปีละ 800-900 ตัน (อดิศักดิ์, 2549)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.2 ผลิตภัณฑ์ปลาร้าดั้งเดิม

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2541) ระบุว่า การผลิตปลาร้าดั้งเดิมตามตำรับชาวบ้านโดยทั่วๆ ไปสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1) ประเภทของเครื่องปรุงแต่ง เป็น 2 ประเภทได้แก่ ปลาร้าข้าวคั่วและปลาร้ารำ

- ปลาร้าข้าวคั่ว ได้จากปลาหมักเกลือที่ใส่ข้าวคั่วในอัตราประมาณ 3 :1 ปลาร้าที่ได้จะมีลักษณะแฉะ เนื้ออ่อนนุ่มสีเหลืองเข้ม และมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ชนิดของปลาที่นิยมใช้ทำปลาร้าประเภทนี้ คือปลากระดี่ ปลาเบญจพรรณ ปลาสลิด ปลาหมอเทศ การรับประทานปลาร้าประเภทนี้ชาวบ้านนิยมนำมาหลนทำปลาร้าทรงเครื่อง น้ำพริกปลาร้า ปลาร้าสับ และใช้เป็นเครื่องปรุงแต่งรสอาหารประเภทต่างๆ แหล่งผลิตใหญ่ของปลาร้า

ประเภทนี้จะอยู่แถบภาคกลางในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา อ่างทอง สิงห์บุรี สระบุรี ชัยนาท และนครสวรรค์

- ปลาร้ารำ ได้จากปลาหมักเกลือใส่รำหรือรำผสมข้าวคั่ว มีลักษณะเป็นสีคล้ำ ปลายังมีลักษณะเป็นตัว เนื้อไม่นิ่มมาก มีกลิ่นรุนแรงกว่าปลาร้าข้าวคั่ว ปลาที่ใช้ทำส่วนมากเป็นปลาขนาดเล็ก เช่น ปลาสร้อย ปลาซิว แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น นครราชสีมา ขอนแก่น อุบลราชธานี และอุดรธานี เป็นต้น ปลาร้าชนิดนี้นิยมบริโภคเป็นปลาร้าดิบ โดยนำไปสับแล้วตำรวมกับพริกเผา หอมเผา ซึ่งเรียกว่าแจ่ว เพื่อให้บริโภคกับข้าวเหนียวหรือปรุงกลิ่นรสในอาหารประเภทอื่น ๆ

2) ประเภทของกรรมวิธีการผลิต แบ่งได้ 2 ชนิด คือ ปลาร้าสด และปลาร้าเน่า หรือปลาร้าล่ม

- ปลาร้าสด เป็นปลาร้าที่หมักจากปลาสดโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกเป็นระยะที่นำปลาหมักกับเกลือ เพื่อให้ปลามีลักษณะเป็นเนื้อนุ่ม และระยะต่อมาเป็นการนำปลาที่หมักได้ที่แล้วมาผสมกับข้าวคั่วบดหรือรำเพื่อให้ปลาที่หมักเกลือนั้นมีรสหวาน มีกลิ่นหอมและมีรสเปรี้ยวของกรดแลคติคที่เกิดจากการหมักของบักเตรีที่สร้างกรดแลคติค

- ปลาร้าเน่าหรือปลาร้าล่ม คือ ปลาที่มีลักษณะเกือบเน่า มีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย วิธีการทำปลาร้าเน่าหรือปลาร้าล่มเหมือนกับการทำปลาร้าสดจะแตกต่างตรงที่การใช้ปลา ซึ่งปลาร้าเน่าจะใช้ปลาที่ตายแล้วเป็นเวลานานจนเกิดกลิ่นเหม็นหรืออาจใช้ปลาสดแช่น้ำทิ้งไว้ 12 – 24 ชั่วโมง ปลาจะมีลักษณะเนื้อนุ่ม มีกลิ่นไม่ดี และแตกต่างกันตรงช่วงที่ผสมข้าวคั่วหรือรำโดยที่ปลาร้าเน่าอาจมีการเติมลงในช่วงที่เริ่มหมักเกลือหรืออาจใช้ผสมเมื่อต้องการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.3 ผลิตภัณฑ์ปลาร้าสำเร็จรูป

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2541) ระบุว่า ปัจจุบันการผลิตปลาร้าได้มีการพัฒนาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปหลายประเภท ได้แก่

1) ปลาร้าผง เป็นการแปรสภาพให้เป็นสภาพแห้ง โดยนำปลาที่มีคุณภาพดีมาตากแห้งด้วยแสงแดดอบร้อน แล้วบดผสมคลุกเคล้ากับข้าวคั่วหรือรำ เพื่อดูดซับน้ำจากปลาให้กระจายและแห้งง่าย แล้วจึงบดเป็นผงกับผลิตภัณฑ์จากกุ้ง ปู และปลา จากนั้นก็ปรุงแต่งกลิ่น รส ให้ชวนรับประทาน

2) ปลาร้าผงผสมเครื่องเทศ เป็นการใช้ปลาร้าผงผสมเครื่องเทศปรุงแต่งสารดับกลิ่นคาว เพื่อใช้ละลายด้วยน้ำร้อนผสมกับพืชผัก และเนื้อสัตว์ เพื่อประกอบเป็นอาหารได้อย่างรวดเร็ว เช่น ผงแกงเลียง ปลาร้า และผงปลาร้าส้มตำ เป็นต้น

3) ปลาร้าบดเปียกผสมเครื่องเทศ เครื่องปรุงแต่งรสอื่น ๆ เช่น หอม กระเทียม พริกไทย ตะไคร้ ขิง กระชาย ผิวมะกรูดและอื่นๆ แล้วบดให้ละเอียดจากนั้นนำไปผสมข้าวคั่วและอัดเป็นแผ่น ก้อน หรือเม็ด เพื่อบรรจุลงในถุงพลาสติกและบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ

4) น้ำซุปปลาร้าหรือน้ำปลาร้า ได้จากการผสมกรองและกลั่นปลาร้าให้กลายเป็นน้ำซุป หรือสกัดเป็นหัวเชื้อสำหรับใช้ปรุงแต่งรสชาติในอาหารที่ต้องการ โดยการบรรจุในภาชนะที่เหมาะสมหรือสะดวกต่อการใช้ เช่น ขวดหรือหลอด เป็นต้น

2.1.4 สมุนไพรที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ปลาร้าผงเสริมสมุนไพร

ปลาร้าผงเสริมสมุนไพร โดยใช้สมุนไพรได้แก่ ตะไคร้ ข่า กระเทียม และใบมะกรูด ซึ่งสมุนไพรที่ใช้ก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันไปดังนี้

1) ตะไคร้ (ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cymbopogon citratus)*

ลำต้นรวมกันเป็นกอ ใบยาวเรียว ปลายแหลมสีเขียวออกเทาและมีกลิ่นหอม ออกดอกเป็นช่อยาว มีดอกเล็กฝอยเป็นจำนวนมาก ผลมีขนาดเล็กไม่ค่อยติดดอกและผล ตะไคร้ปลูกง่ายเจริญได้ดีในดินแทบทุกชนิด (หัวเชียงใด, 2547) ตะไคร้ใช้ปรุงรสอาหารเพื่อดับกลิ่นคาวและช่วยให้อาหารมีกลิ่นหอม เช่น ใส่ในอาหารประเภทยำ ต้มยำ แกงส้ม น้ำยา และเป็นส่วนผสมในน้ำพริกแกงเผ็ด น้ำมันตะไคร้ใช้กลิ่นอาหาร แต่งกลิ่นเยลลี่ ขนมผิง ขนมหวาน เนื้อกระป๋อง เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ ตะไคร้แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ ตะไคร้ต้น ตะไคร้หางนาค ตะไคร้หางสิงห์ ตะไคร้หอม ตะไคร้เป็นพืชตระกูลหญ้า ที่เติบโตง่ายมีทรงพุ่มสูงถึง 1 เมตร มีลำต้นที่แท้จริงประมาณ 4-7 เซนติเมตร ลำของต้น ถูกห่อไปด้วยกาบใบโดยรอบ ใบยาวแคบเส้นใบขนานกับก้านใบ ใบของตะไคร้อุดมไปด้วยน้ำมันหอมระเหย เมื่อตะไคร้เจริญเติบโตได้เต็มที่แล้ว ต้องทำการถอนให้น้ำเพื่อให้ดินนุ่มและชุ่มชื้นถอนได้ง่าย ที่นิยมนำมาปลูกเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกกันต่อๆ ไป (ธวัฒชัย, 2549)

น้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ มีสารเคมีที่ออกฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ คือ menthol, cineole, camphor, linalool จึงลดอาการแน่นจุกเสียด สารเคมีในน้ำมันหอมระเหย คือ citral, citronellol, geraneol และ cineole มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้แก่ เชื้อ*E.coli* ส่วนน้ำมันหอมระเหยก็มีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรียเช่นกัน น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้

เมื่อนำมาทดสอบด้วยวิธี diffusion method พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้สามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย *E. coli*, *Shigella flexneri* และ *Bacillus subtilis* ที่ทำให้เกิดอาการท้องเสีย ได้ สาร citral ที่เป็นส่วนประกอบหลักของน้ำมันตะไคร้ เมื่อนำมาทดสอบกับแบคทีเรีย *Shigella flexneri* และ *Samonella typhi* para-A พบว่าสามารถต้านเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวได้เมื่อใช้ในขนาดต่ำ (ชัยสิงห์, 2548)

สารสกัดตะไคร้ด้วยเอทานอล และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ ความเข้มข้น 40 และ 60 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ น้ำมันตะไคร้จากใบซึ่งมีสาร citral และ myrcene เป็นส่วนประกอบหลัก สามารถต้านเชื้อรา *Trichophyton mentagrophytes, T.rubrum, Epidermophyton floccosum* และ *Microsporum gypseum* ที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนัง เช่น กลาก เกลื้อน ได้ ด้วยวิธี Agar dilution และพบว่าน้ำมันตะไคร้ที่มีสาร citral และ myrcene เป็นส่วนประกอบหลัก มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราดังกล่าว และเมื่อนำน้ำมันหอมระเหย และสารสกัดตะไคร้ด้วย เฮกเซน คลอโรฟอร์ม เอทานอล และน้ำมาทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อรา 4 ชนิด คือ *Epidermophyton floccosum, Microsporum gypseum, T. mentagrophytes T. rubrum* ด้วยวิธี Agar diffusion พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ความเข้มข้น ร้อยละ 20 โดยปริมาตร สามารถต้านเชื้อราดังกล่าวได้ และสารสกัดตะไคร้ด้วยเฮกเซน ที่ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถต้านเชื้อราดังกล่าวได้ทุกชนิด ส่วนสารสกัดคลอโรฟอร์มมีฤทธิ์ต้านเชื้อราได้น้อย คือ ที่ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัม ต่อ มิลลิลิตร เชื้อรายังคงเจริญเติบโตได้ร้อยละ 50 ส่วนสารสกัดเอทานอล และน้ำ ไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อราดังกล่าว ที่ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และจากผลการทดลองยังพบว่าสารประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหย และในสารสกัดเฮกเซนที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อราได้ดี คือ สาร citral น้ำมันตะไคร้ความเข้มข้น 1,000 และ 2,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถยับยั้งเชื้อรา *T. mentagrophytes* และ *M. gypseum* ได้ ร้อยละ 100 ซึ่งสาร citral, citronellal, citronellol และ geraniol ที่เป็นสารประกอบหลักในน้ำมันตะไคร้มีฤทธิ์ต้านเชื้อราดังกล่าวได้ดี เมื่อเทียบกับนำมันตะไคร้ ในขณะที่ dipentene, myrcene, limonene ไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อราดังกล่าว มีการจดสิทธิบัตรผลิตภัณฑ์ตะไคร้ในรูปของ emulsion และ nanocapsule ที่ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ ว่าสามารถรักษาโรคผิวหนังที่เกิดจาก เชื้อรา *E. floccosum, Microsporum cani* และ *T. rubrum* โดยไปยับยั้งการเจริญเติบโตหรือฆ่าเซลล์ของเชื้อราดังกล่าว (ดำรง, 2543)

สารสกัดตะไคร้ด้วยเอทานอล และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ ความเข้มข้น 40 และ 60 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อผสมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่าสามารถต้านยีสต์

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Candida albicans ได้ ตะไคร้มีสารช่วยในการขับน้ำดีมาช่วยย่อย คือ borneol และ fenchone และ cineole ยาชงตะไคร้เมื่อให้รับประทานไม่มีผลขับลม (กองวิจัยทางการแพทย์, 2526)

2) ข่า (ชื่อวิทยาศาสตร์ *Langua galanga (L.) Stuntz)*

ข่าเป็นพืชล้มลุกที่มีลำต้นเป็นกอ มีเหง้าอยู่ใต้ดิน เหง้ามีสีน้ำตาลอมแสด มีเส้นแบ่งเป็นข้อเป็นช่วงสั้นๆ เนื้อในเหง้ามีสีขาวรสขมเผ็ดร้อน แต่ไม่เผ็ดเหมือนกับขิง มีกลิ่นหอม-ฉุน ข่าเป็นพืชใบเดี่ยว ใบยาวปลายใบมนขอบใยเรียบ ก้านในยาวเป็นช่อสีขาวนวล ผลกลม สีแดงส้ม มีรสเผ็ดร้อน วิธีใช้ในการประกอบอาหาร ข่าเป็นเครื่องเทศที่ใช้ในการแต่งกลิ่น และดับกลิ่นคาวพวกเนื้อสัตว์ต่างๆ เช่น ต้มยำปลา ข้าวต้มปลา ต้มข่าไก่ เป็นส่วนผสมในน้ำพริกเครื่องแกงต่างๆ นอกจากนี้ ยังใช้เป็นส่วนผสมของแป้งที่ใช้ทำข้าวหมาก และเหล้า ดอกและลำต้นอ่อนใช้รับประทานเป็นผักสด (เชษฐา, 2525)

สรรพคุณ เป็นยาแก้ท้องขึ้น ท้องอืดเฟ้อ ขับลม แก้อาหารเป็นพิษ เป็นยาแก้ลมพิษ เป็นยารักษากลากเกลื้อน โรคผิวหนัง ติดเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ข่ามีฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ โดยพบสารออกฤทธิ์ คือ cineole, camphor และ eugenol ซึ่ง eugenol มีฤทธิ์ขับน้ำดี จึงช่วยย่อยอาหารได้ มีน้ำมันหอมระเหยซึ่งมีฤทธิ์ขับลม มีสารออกฤทธิ์ คือ 1'-acetoxychavicol acetate, 1'-acetoxyeugenol acetate และ eugenol ช่วยลด การอักเสบ และตำรับที่มีข่าเป็นส่วนประกอบมีฤทธิ์ลดอักเสบได้ นอกจากนี้สาร 1'-acetoxychavicol acetate และ 1'-acetoxyeugenol acetate ช่วยยับยั้งแผลในกระเพาะอาหารได้ (ศมนีย์, 2536)

นอกจากนี้ข่ายังมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย สามารถสกัดข่าด้วยไดเอทิลอีเธอร์ ปิโตรเลียมอีเธอร์ และน้ำกลั่นสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* ที่เป็นสาเหตุของอาการแน่นจุกเสียดท้องได้ โดยพบ eugenol เป็นสารสำคัญในการออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา ได้จากสารสกัดข่าด้วยน้ำกลั่น เมทานอล ไดคลอโรมีเทน เฮกเซน หรืออัลกอฮอล์ สามารถฆ่าเชื้อรา คือ *Microsporum gypseum, Trichophyton rubrum* และ*Trichophyton mentagrophyte* ที่เป็นสาเหตุของโรคกลากเกลื้อนได้ โดยพบ 1'-acetoxychavicol acetate และ 1'-acetoxyeugenol acetate เป็นสารสำคัญในการออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา (ศมนีย์, 2536)

สารสำคัญที่พบ ในเหง้าข่าสดมีน้ำมันหอมระเหย ซึ่งประกอบด้วย methy-cinnamate, cineol, camphor และ eugenol สามารถใช้เหง้าสดช่วยขับลมแก้ท้องอืดท้องเฟ้อ ท้องเดิน และบรรเทาอาการคลื่นไส้อาเจียน (Yamahara และ Eilerman, 2541)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3) กระเทียม (Garlic, ชื่อวิทยาศาสตร์ *Alpinia galange* (Linn.) *Swartz*)

กระเทียมเป็นพืชล้มลุกที่มีหัวอยู่ใต้ดิน แต่หัวประกอบด้วยกลีบเรียงซ้อนกันประมาณ 4-15 กลีบ บางพันธุ์มีกลีบเดียวเรียกว่า "กระเทียมโทน" แต่ละกลีบมีกาบเยื่อบางๆ สีขาวอมชมพูหุ้มอยู่ซ้อนกัน ดอกออกเป็นช่อสีขาวติดเป็นกระจุกที่มีปลายก้านช่อ กระเทียม มีกลิ่นหอมฉุน รสชาติเผ็ดร้อน พบได้ทุกภาคของประเทศไทย (พระเทพวิมลโมลี, 2524)

ประโยชน์ของกระเทียม ป้องกันโรคหัวใจ ลดการอุดตันของเส้นเลือด, ลดการเกาะตัวของเกร็ดเลือดได้ ร้อยละ 58, ลดคอเลสเตอรอล, ลดไตรกลีเซอไรด์, ลดความดันโลหิต และเพิ่มการไหลเวียนของโลหิต ป้องกันโรคมะเร็ง สารประกอบในกระเทียมจะยับยั้ง การเกิดสารก่อมะเร็งที่ชื่อไนโตรซามีนในร่างกาย ซึ่งช่วยป้องกัน การเป็นมะเร็งได้ สารอีกตัวหนึ่งในกระเทียมชื่อ s-allylmercapto cysteine ช่วยลดการเกิดมะเร็ง ในต่อมลูกหมากถึง ร้อยละ 50 เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน จากการศึกษา พบว่า ผลิตภัณฑ์ของกระเทียม ที่ผลิตโดยเทคนิคใหม่ของญี่ปุ่นที่เรียกว่า "aged garlic" จะช่วยเสริมสร้างภูมิต้านทานของร่างกายให้เพิ่มขึ้น เช่น macrophaqes, T-lymphocyte activity และ antibody production นอกจากนี้แล้วยังพบว่ากระเทียมมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรค, เชื้อไวรัส และเชื้อรา อีกด้วย กระเทียมมีประโยชน์ต่อการรักษาโรคติดต่อเชื้อทางเดินหายใจ, การเกิดพิษจากโลหะหนัก, หูอักเสบ, น้ำตาลในเลือดสูง, การปรับสภาพ ต่อความเครียด, การได้รับแอลกอฮอล์มากเกินไป และท้องร่วง นอกจากนี้กระเทียมยังสามารถออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างแรง (major antioxidant) ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากต่อโรคของหลอดเลือด (arterial disease) และโรคเสื่อมต่างๆ (degenerative tissue condition) (ยุวดี, 2542)

คุณค่าทางอาหาร ใช้ปรุงรสอาหารได้เป็นอย่างดี มีแคลเซียม ฟอสฟอรัส กำมะถัน ไขมัน โปรตีน วิตามิน เอ นอกจากนี้กระเทียมมีฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ สารสกัดกระเทียมด้วยแอลกอฮอล์ ร้อยละ 95 มีฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้กระต่าย มีฤทธิ์ขับน้ำดี กระเทียมเมื่อรับประทานเข้าไป จะไปเพิ่มน้ำย่อยและน้ำดี มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย สาเหตุอาการแน่นจุกเสียด กระเทียมออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของอาการแน่นจุกเสียด เช่น *E.coli, Shigella* เป็นต้น โดยสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ คือ allicin และมีฤทธิ์ลดการอักเสบ กระเทียมสามารถช่วยบรรเทาอาการอักเสบ จึงช่วยรักษาแผลในกระเพาะอาหาร อันจะเป็นผลช่วยลดการแน่นจุก-เสียด ในผู้ป่วยที่เป็นโรคกระเพาะ โดยต้านการสังเคราะห์ prostaglandin (อาจินต์, 2524)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กระเทียมมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา มีผู้ทดลองฤทธิ์ต้านเชื้อราของกระเทียมมากมาย พบว่า สารสกัดด้วยน้ำและน้ำมันหอมระเหย สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา อันเป็นสาเหตุของโรคกลาก คือ Trichophyton, Epidermophyton และ Microsporum ได้ดี สารสำคัญในการออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา สารสำคัญเป็นสารที่ไม่คงตัว พบได้น้อยในพืชในรูปของ alliin เมื่อเซลลูโลสพืชถูกทำลาย alliin ถูกเปลี่ยนเป็น allicin ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ และ allicin ที่อุณหภูมิต่ำๆ จะเปลี่ยนเป็น ajoene ซึ่งยังมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา เช่นเดียวกับ allicin มีฤทธิ์ป้องกัน ตับอักเสบ กระเทียมสามารถป้องกันตับอักเสบ เนื่องจาก carbon tetrachloride, dimethylhydrazine, galactosamine สารสำคัญในการออกฤทธิ์คือS-propyl cysteine, S-allyl mercaptocysteine, S-methyl-mercaptocysteine, ajoene, diallyl sulfide (บัญญัติ, 2527)

สารเคมีในหัวกระเทียม คือ น้ำมันหอมระเหย (essential oil) โดยทั่วไปกระเทียมจะมีน้ำมันหอมระเหยประมาณร้อยละ 0.6 - 1 ในน้ำมันหอมระเหยนี้ มีสารเคมี ที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบหลายชนิด ตัวที่สำคัญก็คือ "อัลลิซิน" นอกจากนี้ยังมี sulfane dimethy dipropl-disulfide allinase "อัลลิซิน" เป็นน้ำมันไม่มีสี ละลายได้ในน้ำ ในแอลกอฮอล์ เบนซิน และอีเทอร์ ถ้ากลั่นโดยใช้ความร้อนโดยตรง จะถูกทำลาย "อัลลิซิน" ได้รับความสนใจ และแยกสกัดมากกว่า มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโต ของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราหลายชนิดด้วยกัน หัวกระเทียม สามารถลดปริมาณไขมันในเส้นเลือด ได้ทั้งคนปกติ และ คนไข้ที่มีคอเลสเตอรอลสูง สารเคมีในหัวกระเทียม คือ น้ำมันหอมระเหย โดยทั่วไปกระเทียมมีน้ำมันหอมระเหยประมาณร้อยละ 0.6-1 ในน้ำมันหอมระเหยนี้ มีสารเคมีที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบหลายชนิด ตัวที่สำคัญ คือ alliin ซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้ง การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และเชื้อราบางชนิด ในทางวิทยาศาสตร์ได้มีการค้นพบสรรพคุณ ทางเภสัชวิทยาของกระเทียมอย่างมากมาย ทั้งในและนอกประเทศ (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2549)

4) ใบมะกรูด (ชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus hystrix DC.*)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ มะกรูดเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ต้นสูง 2-8 เมตร ประกอบไปด้วย ใบ มีใบย่อยเพียงใบเดียว ใบค่อนข้างหนา มีสีเขียวแก่ มีกลิ่นหอม ดอกสีขาว ออกเดี่ยวๆ อยู่เป็นกระจุก 3-5 ดอก กลีบดอกร่วงง่าย ผล เป็นผลเดี่ยวค่อนข้างกลม บางพันธุ์ มีผิวขรุขระ มีจุกที่หัวผล (ฉัตรชัย, 2549) นอกจากนี้มะกรูดยังมีฤทธิ์ขับลมแก้จุกเสียด ผิวมะกรูดช่วยขับลมแก้จุกเสียด แก้ลมวิงเวียน น้ำมะกรูดแก้เลือดออกตามไรฟัน ซึ่งในมะกรูดประกอบด้วย เบต้า - แคโรทีน วิตามินเอ วิตามินบี 2 วิตามินซี แคลเซียม และโปรตีน (เสงี่ยม, 2508)

มะกรูดสามารถนำไปใช้ได้ทั้งผลมะกรูดและใบมะกรูด การใช้มะกรูดจะปอกเอาแต่ผิวเปลือกใส่เป็นส่วนผสมในน้ำพริกแกงต่างๆ ใช้กำจัดแมลงในข้าวสาร ส่วนผลมะกรูดรักษาชันนะตุและแผลบนหนังศีรษะด้วยมะกรูดได้ คุณสมบัติของมะกรูด ใช้เป็นยาหรือส่วนผสมของยาต่างๆ คือ น้ำในผลแก้อาการท้องอืด ช่วยให้เจริญอาหาร น้ำมะกรูดใช้ดองยาเพื่อใช้ฟอกเลือด และบำรุงโลหิตสตรี เนื้อของผลใช้เป็นยาแก้อาการปวดศีรษะ ใบมะกรูดใช้เป็นยาขับลมในลำไส้ แก้จุกเสียด ผลมะกรูดที่คว้านไส้ออกนำมหาหิงส์ใส่แทนใช้เป็นยาขับลมแก้ปวดท้องในเด็กอ่อน ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องหอมและเครื่องสำอางต่างๆ กรดซิตริกช่วยขจัดคราบสบู่ (ด่าง) ที่หลงเหลืออยู่ทำให้ผมหวีง่าย น้ำมันจากผิวมะกรูดช่วยให้ผมดกเป็นเงางาม ใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร ในดับกลิ่นคาวของอาหาร ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องแกงต่างๆ (รุ่งรัตน์, 2535)

2.1.5 การทำแห้ง

การทำแห้งเป็นกระบวนการแปรรูปเพื่อเก็บรักษาอาหารโดยการใช้ความร้อนภายใต้สภาวะควบคุมเพื่อกำจัดน้ำส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในอาหารโดยการระเหย การระเหิด การสกัดน้ำออกด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม หรือใช้กระบวนการออสโมติคด้วยน้ำตาลหรือเกลือ มีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารโดยการลดค่า Water activity ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนั้นการลดน้ำหนักและปริมาณของอาหารยังช่วยลดค่าใช้จ่าย และสะดวกในการเก็บรักษา รวมถึงการขนส่งด้วย (กิติพงษ์, 2540)

1) กระบวนการทำแห้ง สามารถทำได้ 3 วิธี คือ

- การทำแห้งด้วยแสงแดด (sun drying) เป็นวิธีเก่าแก่ที่ใช้กันมาแต่โบราณ โดยนำเนื้อสัตว์มาหั่นเป็นชิ้นบางๆ ล้างด้วยน้ำทะเล หรือล้างด้วยน้ำธรรมดาแล้วคลุกเคล้าเกลือ แล้วจึงนำไปตากให้แห้งโดยใช้แสงแดด วิธีการนี้ประหยัดพลังงานความร้อน แต่เนื้อตากแห้งที่ได้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์สูง หากตากไม่แห้งพอ เมื่อเก็บไว้นานวันอาจเสียได้ง่าย

- การทำแห้งด้วยความร้อน (hot air drying) วิธีการนี้เป็นการนำวิธีการแรกมาปรับปรุง โดยใช้อุปกรณ์เข้าช่วยเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์จำนวนมากแห้งตามที่ต้องการ และมีความชื้นสม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์ที่ตากแห้งโดยวิธีนี้สะอาด ลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการตาก-แดด การทำแห้งในผลิตภัณฑ์เนื้อที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ หรือผลิตภัณฑ์เนื้อที่สุกแล้วมักใช้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิธีการทำให้แห้งด้วยความร้อนโดยใช้ตู้อบขนาดใหญ่ที่มีลมร้อนเป่าผ่านทำให้น้ำระเหยไปกับลมร้อนโดยทางช่องระบายลมภายในตู้อบ ใช้อุณหภูมิประมาณ 50 - 70 °C

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวิธีนี้มีความชื้นประมาณ ร้อยละ 5.6 - 8.5 แต่จะมีปริมาณไขมันสูงขึ้นถึงร้อยละ 20.4 - 24.2 กรณีที่เป็นเนื้อสุกรตากแห้งอาจเกิดการเหม็นหืนได้ง่าย เมื่อเก็บไว้ 3-5 วัน แต่สามารถป้องกันได้โดยการเติมสารกันหืน เช่น BHA หรือ BHT ประมาณร้อยละ0.01 ผสมเนื้อหมักเกลือก่อนตากแห้ง

- การทำแห้งด้วยความเย็น (freeze drying) หรือ การแช่แข็งแล้วทำให้แห้งในสุญญากาศ เป็นวิธีการทำให้เนื้อสัตว์แห้งโดยการระเหิด (sublimation) น้ำออกจากชิ้นเนื้อในสภาวะที่เป็นน้ำแข็งในสภาพสุญญากาศ โดยการที่ชิ้นเนื้อจะถูกทำให้เย็นลงจนถึงจุดเยือกแข็งโดยเร็ว จนน้ำภายในชิ้นเนื้อกลายเป็นน้ำแข็ง น้ำแข็งเหล่านี้เมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น และควบคุมความดันของสุญญากาศให้เหมาะสมหรือควบคุมความดันให้เท่ากับหรือต่ำกว่า ความดัน ณ จุดเปลี่ยนสภาวะของน้ำ (triple point of water) น้ำแข็งจะสามารถระเหิดกลายเป็นไอน้ำได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวก่อน

ผลิตภัณฑ์แห้งที่ได้จะมีลักษณะเป็นรูพรุน โปร่ง คงรูปร่างเดิมได้ดี มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 2.0 และสามารถดูดน้ำกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ง่าย ดังนั้น ควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในภาชนะที่บรรจุในสภาพสุญญากาศ (vacuum packaging) (จิตธนา และคณะ, 2539)

2) ประโยชน์ของการทำแห้ง

- เพื่อป้องกันการเน่าเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ ปฏิกิริยาเคมี และเอนไซม์
- ทำให้มีใช้ในยามขาดแคลน นอกฤดูกาลหรือแหล่งห่างไกล
- เก็บไว้ได้นานโดยไม่ต้องใช้ตู้เย็นให้เปลืองค่าใช้จ่าย
- ลดน้ำหนักของอาหาร ทำให้สะดวกในการบรรจุ การเก็บรักษาและการขนส่ง
- ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น ลูกเกด จากการทำแห้งองุ่น
- ให้ความสะดวกในการใช้ เช่น กาแฟผงสำเร็จรูป

3) ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง

การทำแห้ง คือ การเคลื่อนย้ายน้ำออกจากอาหาร ปัจจัยใดๆ ที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายนี้จึงมีผลต่ออัตราเร็วของการทำแห้งได้แก่

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครสวรรค์
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- ธรรมชาติของอาหาร อาหารเนื้อโปร่งมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารผ่านแบบช่องแคบซึ่งเร็วกว่าการแพร่ในอาหารเนื้อแน่น ดังนั้น อาหารเนื้อโปร่งจึงแห้งได้เร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น อาหารที่มีน้ำตาลสูงจะเหนียวเหนอะหนะกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำ จึงแห้งช้ากว่าอาหารที่มีการลวกนวดคลึง ทำให้เซลล์แตกจึงแห้งได้เร็วขึ้น

- ขนาดและรูปร่าง ขนาดและรูปร่างมีผลต่อพื้นผิวต่อน้ำหนัก เช่น รูปร่างเหมือนกันขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงทำให้แห้งเร็วกว่า แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวสัมผัสกับอาหารที่จะเกิดการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไป ถ้าชิ้นเล็กมากทับถมกันการระเหยเกิดได้เฉพาะที่ผิวสัมผัสกับอากาศจึงทำให้การทำแห้งเกิดได้ช้าทั้งๆ ที่พื้นที่ต่อหน่วยน้ำหนักมากกว่า

- ตำแหน่งของอาหารในเตา น้ำในอาหารที่สัมผัสกับอากาศร้อนได้ดีกว่า หรือสัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำย่อมระเหยได้ดีกว่า

- ปริมาณอาหารต่อถาด ถ้าปริมาณอาหารต่อถาดมากเกินไป อาหารส่วนล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อน หรือได้รับความร้อนจากถาดแล้ว แต่ไอไม่สามารถแพร่กระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนออกมาได้จึงแห้งช้า

- ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มากแล้วจะรับน้ำได้น้อยจะมีผลในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่

- อุณหภูมิของอากาศร้อน ถ้าอากาศมีความร้อนคงที่ การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำ จึงมีผลต่อการทำแห้งในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่ และอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้น จึงมีผลต่อการอบในช่วงการทำแห้งลดลงด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- ความเร็วของลมร้อน ลมร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วย เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจึงเคลื่อนย้ายได้ดีขึ้น การเคลื่อนย้ายเกิดขึ้นเต็มที่ที่ความเร็ว 244 เมตรต่อนาที นอกจากนั้นความเร็วลมทำให้เกิดกระแสปั่นป่วนของอากาศในเตา อากาศจึงสัมผัสกับอาหารได้ดีขึ้น (จิตธนา และคณะ, 2539)

4) การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการทำแห้ง

การทำแห้งอาหารทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับธรรมชาติของอาหาร และสภาวะที่ใช้ในการทำแห้ง ดังนี้ คือ

- การหดตัว การเสียน้ำทำให้เซลล์อาหารหดตัวจากผิวนอก ส่วนที่แข็งจะคงสภาพได้ ส่วนที่อ่อนแอกว่าจะเว้าลงไป อาหารที่มีน้ำมากจะหดตัวบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วจะหดตัวน้อยกว่าทำแห้งอย่างช้าๆ

- การเปลี่ยนสี อาหารที่ผ่านการทำแห้งมักมีสีเข้มเนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมีการเกิดสีน้ำตาล อุณหภูมิและช่วงเวลาที่อาหารมีความชื้น ร้อยละ 10 – 20 มีผลต่อความเข้มของสี จึงควรหลีกเลี่ยงการใช้อุณหภูมิสูงในช่วงความชื้นนี้

- การเกิดเปลือกแข็ง เป็นลักษณะที่ผิวอาหารแข็งเป็นเปลือกหุ้มส่วนในที่ยังไม่แห้งไว้ เกิดจากในช่วงแรกให้น้ำระเหยเร็วเกินไป น้ำจากด้านในเคลื่อนที่มาที่ผิวไม่ทันหรือมีสารละลายของน้ำตาล โปรตีน เคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิว สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยไม่ใช้อุณหภูมิสูงเพื่อให้ผิวอาหารแห้งก่อนเวลาอันสมควร

- การเสียความสามารถในการคืนสภาพ อาหารแห้งบางชนิดต้องนำมาคืนสภาพ แต่การคืนสภาพโดยการเติมน้ำจะไม่ได้เหมือนเดิมเพราะเซลล์อาหารเสียความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ สตาร์ชและโปรตีนเสียความสามารถในการดูดน้ำอาหารที่ทำแห้งโดยการเยือกแข็งจะมีความสามารถในการคืนสภาพดีที่สุดเพราะไม่ได้ใช้ความร้อนที่จะทำลายหรือเปลี่ยนโครงสร้างของสตาร์ชและโปรตีน

- การเสียคุณค่าและสารระเหย เกิดการเสื่อมสลายของวิตามินซีและแคโรทีนจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ไรโบฟลาวินจากแสง ไทอะมีนจากความร้อน ยิ่งใช้เวลาในการทำแห้งนานการสูญเสียก็ยิ่งมาก โปรตีนมีการสูญเสียบางส่วนด้วยความร้อนเช่นเดียวกัน การสูญเสียสารระเหยเนื่องจากความร้อนทำให้กลิ่นของอาหารแห้งลดน้อยลงหรือแตกต่างไปจากเดิม (จิตธนา และคณะ, 2539)

5) อัตราเร็วของการทำให้แห้ง (drying rate)

อัตราเร็วของการทำแห้ง หมายถึง ปริมาณน้ำที่ถูกกำจัดออกจากอาหารภายในช่วงเวลาหนึ่ง ตามปกติมักจะบอกเป็นปริมาณน้ำที่หายไป (ปอนด์) ต่ออาหารหนึ่งปอนด์ต่อชั่วโมง

กระบวนการทำแห้งอาจแบ่งออกเป็นสองตอน ตอนหนึ่งเป็นการเคลื่อนที่ของน้ำจากส่วนในของอาหารออกมายังผิวหน้า จึงทำให้พื้นผิวของอาหารชุ่มชื้นอยู่เสมอ อีกส่วนหนึ่งเป็นการระเหยของน้ำจากบริเวณผิวหน้าของอาหารเป็นส่วนใหญ่ ในตอนต้นของการทำให้แห้งการเคลื่อน ที่ของน้ำจากภายในจะรวดเร็วกว่าการระเหยและผิวหน้าของอาหารยังชุ่ม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

ต่อมาการระเหยจะเกิดรวดเร็วกว่าการเคลื่อนที่ของน้ำจึงทำให้ผิวหน้าของอาหารเริ่มแห้งและอัตราความเร็วของการทำให้แห้งจะลดลง

อาหารจะแห้งเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกหลายอย่าง คือ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วของอากาศ หรือลมร้อนภายนอก และพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศ อาหารจะแห้งเร็วเมื่ออากาศรอบๆ อาหารมีอุณหภูมิสูงและมีความชื้นน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามถ้าอุณหภูมิในระยะเริ่มต้นสูง จะทำให้ผิวหน้าของอาหารแห้งเร็วจนเกินไป ทำให้ความชื้นภายในอาหารระเหยออกมาได้ยากขึ้น

นอกจากนี้อาหารจะแห้งช้าลงถ้าวิธีการระบายความชื้นที่ออกจากอาหารไม่มีประสิทธิภาพ อาหารที่อบในเตาอบตามบ้าน ซึ่งไม่มีที่ระบายความร้อน จึงแห้งได้ช้ากว่าเครื่องอบที่ใช้ในอุตสาหกรรม อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับ อบอาหารอยู่ระหว่าง 1250-1400 ^{o}F (51.60 -600 ^{o}C)

การหมักเกลือก่อนทำให้แห้ง จะช่วยให้น้ำออกจากอาหารเร็วขึ้น เพราะความดันออสโมซิสของเกลือสูงกว่าอาหาร น้ำในอาหารจึงไหลออกมาภายนอก (สมบัติ, 2529)

6) ผลของการทำแห้งต่ออาหาร

- การทำแห้งยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดได้ เนื้อสัตว์ที่อบแห้งแล้วมีความชื้น ประมาณไม่เกินร้อยละ 10 ในขณะที่ราเจริญเติบโตได้ในอาหารที่มีน้ำร้อยละ 12 แบคทีเรียและยีสต์ปกติต้องการความชื้นกว่าร้อยละ 30 อย่างไรก็ตาม ราบางชนิดอาจเจริญได้ในอาหารที่มีความชื้นต่ำถึงร้อยละ 2 และแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหารและทำให้เกิดอาหารเป็นพิษบางชนิด ก็สามารถเจริญได้ในอาหารแห้ง

- การทำแห้งทำให้ปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ลดลง ปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ที่ลดลงจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณน้ำที่ลดลง และเมื่อความชื้นลดเหลือน้อยกว่าร้อยละ 1 ปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ แทบจะไม่มีเลย

ความร้อนเปียกจะทำลายเอ็นไซม์อย่างรวดเร็ว เช่น การใช้น้ำเดือด เอ็นไซม์จะถูกทำลายภายใน 1 นาที แต่ถ้าใช้ความร้อนในการอบแห้งอาหาร แม้จะใช้อุณหภูมิสูงถึง 400 ^{o}F ก็มีผลต่อเอ็นไซม์น้อยมาก ดังนั้น ก่อนที่จะทำให้อาหารแห้ง ควรทำลายเอ็นไซม์เสียก่อน

- คุณค่าทางโภชนาการ หากเป็นการตากแห้งที่ใช้ความร้อน วิตามินที่ไม่คงตัวต่อความร้อนอาจสูญ- เสียได้ง่าย เช่น วิตามินบี 1 ในเนื้อสัตว์ จะเกิดการสูญเสียตลอดเวลาของการทำแห้ง วิตามินบี 2 ก็อาจสูญเสียมากหากทำแห้งด้วยการตากแดด เพราะวิตามินบี 2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

213319

ถูกทำลายได้ด้วยแสง การตากแห้ง หรือ อบแห้งโดยใช้ความร้อนเป็นเวลานาน ทำให้โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติ ทำให้ย่อยยาก ร่างกายจึงใช้ประโยชน์ได้น้อยลง การทำแห้งอาจทำให้ไขมัน ในอาหารเกิดการเหม็นหืน ที่เกิดจาก การเติมออกซิเจน ซึ่งมักเกิดที่อุณหภูมิสูงได้มากกว่าอุณหภูมิต่ำ อาจป้องกันได้โดยการเติมสารกันหืน (สมบัติ, 2529)

7) การเก็บอาหารแห้ง

อาหารแห้งจะเก็บได้นานถ้าเก็บไว้ในภาชนะมิดชิดแต่ไม่อับชื้น ก่อนเก็บก็ต้องแน่ใจว่า อาหารแห้งแล้ว และต้องคอยหมั่นดู ทั้งต้องหมั่นเอาตากแดดเสมอ เพื่อมิให้เกิดราขึ้นได้ การเก็บไว้ในที่เย็นจะช่วยยืดอายุการเก็บให้ยาวนานขึ้น

ในอุตสาหกรรมการบรรจุหีบห่ออาหารแห้งเป็นเรื่องสำคัญมาก ภาชนะบรรจุที่อากาศและน้ำเข้าไม่ได้จะช่วยรักษาคุณภาพของอาหาร อาหารที่บรรจุถุงพลาสติกก็เก็บไว้ได้ชั่วคราวเท่านั้น เพราะแมลงอาจกัดเจาะถุงเข้าไปกินอาหารได้ ถ้าเป็นถุงพลาสติกซึ่งโปร่งแสง จะทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพได้อีกด้วย (สมบัติ, 2529)

2.1.6 จุลชีววิทยาของการหมักปลาร้า

ในกระบวนการหมักจำเป็นต้องอาศัยโปรติโอไลติกแบคทีเรีย (proteolytic bactreia) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่สามารถย่อยโปรตีนได้เช่น *Bacilus subtilis B.licheniformis Aeromonas anaerogens* และ *Staphylococcus* โดยดูจากการสร้างเอนไซม์โปรตีนเนส และพบว่านอกจากแบคทีเรียแล้วสัตว์ทะเลบางชนิดก็สามารถนำมาสกัดเอนไซม์โปรตีนเนสได้ เช่น ปลาหมึกยักษ์ (Octopus variobalis) หอยเป๋าฮื้อหรือ abalone (Haliotis discus hanai) ปลิงทะเล (Stichopusjapanicus) หอยฝาเดียว top shell (Turbo cornutus) ปลาฉลาม cat shark (Scillion hinus tarazame) ปลาแมกเคอเรล (Scromber japonicus) และปลาซาร์ดีน (Sardinops melanistcta) แบคทีเรียที่หมักน้ำตาลแล้วได้กรดแลคติคได้แก่ สกุล *Lactobacillus* เช่น L.brevis สกุลนี้มีความสำคัญในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับสัตว์น้ำ เนื่องจากหมักน้ำตาลแลกโทสแล้วให้กรดแลคติค และแบคทีเรียแลคติคสกุล *pediococcus* เช่น *P.halophilus* สามารถเจริญในอาหารที่มีเกลือสูง ร้อยละ25 โดยให้ปริมาณกรดร้อยละ 0.5-0.9 ขณะ *Streptococcus* สามารถเจริญอาหารที่มีเกลือร้อยละ2-4แต่ไม่ใช่แบคทีเรียที่สำคัญในการดองผลไม้ ส่วน *Microbacterium sp.* มักพบได้ในผลิตภัณฑ์นม (มัทนา, 2538)

แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับการหมักปลาร้าพบว่าในระยะแรกของการหมักแบคทีเรียที่พบส่วนใหญ่เป็นพวก *Staphylococcus* นอกจากนี้ยังพบ *Micrococcus* และ *Bacillus* ซึ่งเชื่อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ว่าแบคทีเรียเหล่านี้มีบทบาทในการช่วยสลายโปรตีนจากเนื้อปลา ส่วน *Tetragennococcus halophilus* จะเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก โดยเฉพาะเมื่อหมักนาน 3-5 เดือน ไปแล้ว และเมื่อสิ้นสุดการหมักจะพบแบคทีเรียชนิดนี้สูงถึง ร้อยละ 90 ของแบคทีเรียทั้งหมด จึงเชื่อว่าแบคทีเรียชนิดนี้มีบทบาทสำคัญในการทำให้เกิดกรดและกลิ่นรสในปลาร้า (แพรวพรรณ, 2522: วิลาวัลย์, 2536)

ปลาร้าที่มีอายุการหมักตั้งแต่เริ่มต้นจนถึง 3 เดือน จะพบเชื้อ *Staphylococcus* ประมาณ ร้อยละ 80-90 ของแบคทีเรียทั้งหมดและลดลงเหลือ ร้อยละ 50-60 เมื่อหมักนาน 4-5 เดือน โดยเชื้อนี้จะยิ่งลดปริมาณลง เมื่ออายุการหมักเพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการหมักจะมีเชื้อนี้เหลือเพียง ร้อยละ 10- 15 จึงคาดว่าแบคทีเรียชนิดนี้มีบทบาทในการย่อยสลายโปรตีนและกลิ่นรสบ้างเล็กน้อย เช่นเดียวกับเชื้อ *Micrococcus* และ *Bacillus* โดยพบเชื้อ *Pediococcus halophilus* และ *Pediococcus sp.* เป็นจำนวนมากในปลาร้าที่มีอายุหมักนานขึ้น ซึ่งเชื้อดังกล่าวมีบทบาทในการทำให้เกิดกลิ่นรสของปลาร้า (บุษกร, 2545)

อุดม และ อารี (2514) ทำการตรวจหาปริมาณของแบคทีเรียที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมักปลาร้าปลาน้ำจืด พบว่าจำนวนแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ (aerobic bacteria) อยู่ระหว่าง 10^5 - 10^7 เซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร แบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobic bacteria) จำนวน 107-108 เซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณจะเพิ่มขึ้นตามช่วงระยะเวลาการหมักเกลือแต่จะลดลงตามระยะเวลาของการหมักข้าวตั่วหรือรำข้าว และพบว่าในระหว่างการหมักเกลือ ปลากระดี่จะมีแบคทีเรียชนิด *Micrococcus sp.* และ *Bacillus sp.* แต่ระหว่างหมักข้าวตั่วพบ *Bacillus sp.* และ *Proteus sp.* ไม่พบ *Micrococcus sp.* สำหรับปลาทะเลหมักเกลือพบแต่ *Micrococcus*

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แพรวพรรณ (2523) ได้ทำการแยกแบคทีเรียจากตัวอย่างปลาร้าจากแหล่งต่างๆ และจากปลาร้าที่หมักในห้องปฏิบัติการ พบว่า *P. halophilus* เป็นแบคทีเรียที่พบมากที่สุดในปลาร้าที่มีอายุการหมักตั้งแต่ 3 ถึง 5 เดือน เป็นต้นไป และพบแบคทีเรียชนิดนี้ประมาณ ร้อยละ 90 ในตัวอย่างที่วางจำหน่ายในตลาดทั่วไป และพบว่าเป็นแบคทีเรียที่มีบทบาทสำคัญในการหมัก สำหรับ *Staphylococcus* จะพบในปริมาณมากในช่วงตั้งแต่เริ่มหมักถึง 3 หรือ 5 เดือน เป็นแบคทีเรียที่มีบทบาทในการย่อยสลายโปรตีนในเนื้อปลา และแบคทีเรียอื่นๆ ที่มีส่วนช่วยในการย่อยสลายโปรตีนด้วยได้แก่ *Micrococcus* และ *Bacillus*

2.1.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักและคุณภาพของผลิตภัณฑ์

1) วัตถุดิบในการหมักสัตว์น้ำ ได้แก่

- ปลา หรือสัตว์น้ำอื่น ๆ โดยขนาดของสัตว์น้ำมีผลต่อระยะการหมักและปริมาณของเกลือที่ต้องใช้ นอกจากนี้ชนิดของปลาจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งลักษณะของเนื้อปลาแต่ละชนิดซึ่งต่างกัน ทำให้เหมาะแก่การทำผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท
- เกลือ ใช้เพื่อควบคุมชนิดและการเจริญของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์
- คาร์โบไฮเดรต นิยมใช้แหล่งคาร์บอนสำหรับจุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก

2) จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมัก โดยปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในสัตว์น้ำหมึกมีจำนวนแตกต่างกัน ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 10^6 - 10^9 เซลล์ต่อกรัม กลุ่มที่พบมากในการหมักสัตว์น้ำคือ พวกที่เป็นแบคทีเรียแกรมบวก เช่น *Pediococcus Staylococcus* และ *Micrococcus* โดยในช่วงแรกของการหมักจะพบพวกแบคทีเรียแกรมลบ แต่เมื่อการหมักดำเนินไปและมีกรดเกิดขึ้นหรือเมื่อใช้ปริมาณเกลือสูงๆ แบคทีเรียพวกนี้จะลดจำนวนลง บางครั้งอาจพวก Bacillus ซึ่งจะพบมากขึ้นหลังจากมีการเติมคาร์โบไฮเดรตลงไป

3) ปัจจัยที่มีผลต่อการหมัก

- ความเป็นกรด -ด่างการควบคุมค่าความเป็นกรด -ด่าง จะช่วยควบคุมทั้งชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์
- สารอาหารที่จุลินทรีย์ใช้เป็นแหล่งพลังงาน จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการสารอาหารต่างกัน นอกจากนั้นปริมาณสารอาหารสามารถใช้เป็นตัวควบคุมชนิดของการหมักได้
- ปริมาณออกซิเจน การหมักสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะเป็นชนิดที่เรียกว่า microaerophilie fermentation คือต้องการออกซิเจนในปริมาณเล็กน้อย
- อุณหภูมิ จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญหรือในการสร้างเอนไซม์แตกต่างกัน นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อลักษณะของเซลล์ด้วย
- ปริมาณเกลือ ปริมาณเกลือมีผลในการเลือกชนิดของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในกระบวนการหมัก รวมถึงเป็นตัวกำหนดลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้ด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 3 : ปริมาณจุลินทรีย์ในปลาร้าดิบและปลาร้าต้มที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 10 นาที

เชื้อที่ตรวจวิเคราะห์	ปลาร้าดิบ (Control) (CFU/g)	ปลาร้าต้มอุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 10 นาที (CFU/g)	มาตรฐานอาหารหมักพื้นบ้าน*
จุลินทรีย์ทั้งหมด	4.23×10^4	1.25×10^2	
เชื้อยีสต์และรา	1.33×10^2	67	ยีสต์<1×10^4 CFU/g รา<500 CFU/g
B.cereus	ไม่พบ	ไม่พบ	<100 CFU/g
Cl. Perfringens	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบในตัวอย่าง 0.01g
Coliform	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
E.coli	ไม่พบ	ไม่พบ	<10 MPN/g
Salmonella sp.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบในตัวอย่าง 25g
S.aureus	6.07×10^2	<10	<100 CFU/g

*มาตรฐานอาหารหมักพื้นบ้าน ได้แก่แหนม กะปิ ปลาร้า ปลาจ่อม ส้มฟัก บูดู เป็นต้น
ที่มา : ประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย พ.ศ. 2525

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.8 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในการหมักปลาร้า

อุดม และอารี (2514) พบว่าการเปลี่ยน pH ของปลาร้าในระหว่าง 10 สัปดาห์ไม่ค่อยแน่นอน บางครั้งเพิ่มขึ้น บางครั้งลดลงและพบว่าปลาร้าที่เริ่มทีกลิ่นหอมจะมี pH 6.3 ลงมา ถ้าสูงตั้งแต่ 7 ขึ้นไปจะมีกลิ่นเหม็น (ค่า pH วัดจากน้ำปลาร้า)

แพรวพรรณ (2522) พบว่าในระหว่างการหมักปลาร้ามีค่า pH ลดลงเรื่อยๆ ในขณะที่ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น เมื่อเติมข้าวคั่วค่า pH จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย หลังจากนั้นจะเริ่มลดลง เพราะปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้น โดยกรดที่เกิดขึ้นคือ กรดแลคติค ซึ่งเกิดจากแบคทีเรียย่อยสารอาหารต่างๆ โดยเฉพาะไกลโคเจนที่มีอยู่ในเนื้อปลาโดยกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) ปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นจากการเติมข้าวคั่วลงไปนี้เกิดจากแบคทีเรียเปลี่ยนแป้งให้

เป็นกรดแลคติด ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดมรการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมาก ในขณะที่ค่า pH มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ เพราะอาหารหมักโปรตีนมีคุณสมบัติในการเป็นบัฟเฟอร์ที่ดี (อรพิน, 2526)

อำนาจ (2544) พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของปลาร้าในภาคกลางมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 10.82 13.41 ไขมันร้อยละ 2.85-5.86 ความชื้นร้อยละ51.50-59.47 เถ้าร้อยละ11.27-20.01 ค่า pH อยู่ระหว่าง 4.30-55.72 และอะมิโนแอซิดไนโตรเจนร้อยละ 4.22-8.36

ผลการวิจัยของสภาวิจัยแห่งชาติ (National Research Council of Thailand, 1982) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของปลาร้าที่เก็บรวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ จำนวน 280 ตัวอย่างพบว่ามีค่าเฉลี่ย ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 4 : คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของปลาร้าที่เก็บรวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ

คุณสมบัติ	ปริมาณ
ค่าความเป็นกรด – เบส	4.7-6.2
กรดแลคติค	ร้อยละ 0.37-3.15
โซเดียมคลอไรด์	ร้อยละ 7.77-17.89
โปรตีน	ร้อยละ 10 – 16
ไขมัน	ร้อยละ 2.3 -6.10
วิตามินบี12	2.17±1.18 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม
แคลเซียม	1505.16 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม
ฟอสฟอรัส	2.20 × 10 – 8.85 ×10 เซลล์ต่อกรัม
จำนวนทีเรียทั้งหมด	*Tertragenococcus halophilus*
ชนิดของแบคทีเรียที่พบมาก	*Pediococcus sp.*
	Staphylococcus epidermidis
	Staphylococcus sp.
	Micrococcus sp.
	Bacillus subtilis
	Bacillus licheniformis

ที่มา : สภาวิจัยแห่งชาติ (National Research Council of Thailand, 1982)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วัชระ (2533) รายงานว่า ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาร้าผง ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้น ร้อยละ 35.55, 12.94, 34.46 และ 4.92 ตามลำดับ และเกลือเท่ากับ ร้อยละ 24.17 จากผลการทดลองทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคไม่ยอมรับปลาร้าผงที่ทำขึ้นเนื่องจาก สี กลิ่น และรสชาติ ของปลาร้าที่ทำขึ้นนี้ แตกต่างจากปลาร้าโดยทั่วไปมาก

พิกุลทอง และลำไย (2545) รายงานว่า ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และโปรตีนใน น้ำปลาร้าอยู่ในช่วง 30.05-116.20 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม, 38.52-75.40 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และ 847.95-973.05 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ค่าร้อยละการกลับคืนสำหรับแคลเซียม ฟอสฟอรัส และโปรตีน มีค่าอยู่ในช่วง ร้อยละ 90.64-93.99, ร้อยละ 91.52-93.41 และ ร้อย ละ 95.63-97.77 ตามลำดับ

มนตรี (ม.ป.ป.) รายงานว่า การวิเคราะห์คุณค่าอาหารในปลาร้า โดยวิเคราะห์หา ปริมาณโปรตีนด้วยวิธีเจลดาห์ลพบว่า มีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 31.28 วิเคราะห์หาปริมาณ แคลเซียมโดยวิธีเฟรมโฟโตเมตรี (flame photometry) พบว่ามีปริมาณแคลเซียม ร้อยละ 6.94 วิเคราะห์หา ปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธีการวัดสี (colorimetric method) พบว่า มีปริมาณ ฟอสฟอรัสร้อยละ 3.54 วิเคราะห์หาปริมาณเหล็กโดยวิธีฟีแนนโทลีน (phenanthroline method) พบว่า มีปริมาณเหล็ก ร้อยละ 0.02 และวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์ โดยวิธีของมอร์ห (mohr method) พบว่ามีปริมาณเกลือในรูปของคลอไรด์ ร้อยละ 14.84

เกรียงศักดิ์ (2548) รายงานว่า สภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตปลาร้าผงโดย แปรระดับโดยใช้เครื่องอบแห้ง 5 วิธี คือ อบสุญญากาศที่อุณหภูมิ (vacuum) 65 $^{\circ}$C, อบ สุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 $^{\circ}$C, อบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 55 $^{\circ}$C, อบที่ตู้อบลมร้อน (hot air oven) 65 $^{\circ}$C และการตากแห้ง ปลาร้าที่ใช้สภาวะการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 60 $^{\circ}$C เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตปลาร้าผงมากที่สุด เนื่องจากมีค่า ค่าความเหม็นหืน (TBA) ต่ำที่สุด เท่ากับ 0.065 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สริต และคณะ (2549) รายงานว่า กระบวนการผลิตปลาร้าก้อนสมุนไพร โดยมี การแปรผันปริมาณสมุนไพรที่แตกต่างกัน 5 สูตร เมื่อนำมาทำการศึกษาองค์ประกอบทาง กายภาพ พบว่า ค่าสีที่วัดได้ในการผลิตปลาร้าก้อนสมุนไพร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณ สมุนไพรที่เพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นอกจากนั้นองค์ประ-

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กอบทางเคมีของการผลิตปลาร้าก้อนสมุนไพร พบว่า ปลาร้าก้อนสมุนไพรในสูตรที่ 3 มีปริมาณ โปรตีน ความชื้น ไขมัน เกลือ และมีค่า pH มากที่สุด ส่วนในสูตรที่ 1 มีปริมาณเถ้าและเส้นใยมากที่สุด และในสูตรที่ 5 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และในส่วนของ ผลการประเมินคุณภาพ ทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ ทดสอบ 30 คน พบว่าคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมมีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับ การผลิตปลาร้าก้อนสมุนไพรในสูตรที่ 2 มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วยปลาร้าร้อยละ 80 ตะไคร้ร้อยละ 5 ข่าร้อยละ 15 กระเทียมร้อยละ 5 และใบมะกรูดร้อยละ 1 ในการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 สูตร ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ในระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษาภายใน 3 เดือน

พูลทรัพย์ (2543) ได้ทำการสัมภาษณ์และการสังเกตกรรมวิธีการผลิตปลาร้าของผู้ผลิต 8 ราย จาก 6 จังหวัดในเขตภาคกลางและตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าการผลิตปลาร้ามรตั้งระดับครัวเรือน กลุ่มแม่บ้านและโรงงาน กำลังการผลิต 30-12,000 กิโลกรัมต่อเดือน ปลาที่ใช้ทำปลาร้าเป็นปลาขนาดเล็ก ได้แก่ ปลากระดี่ ปลาซิว ปลาสร้อย ปลาเป็ด ปลาขนาดใหญ่ที่ใช้กัน เช่น ปลาช่อน ปลาชะโด ปลาดุก ปลาจวด ปลากระดี่เป็นปลาที่ให้ปลาร้ามีคุณภาพดี ในกรรมวิธีการผลิตปลาร้าผู้ผลิตทุกรายจะใช้วิธีกะประมาณอัตราส่วนของส่วนผสมต่าง ๆ จากประสบการณ์และความชำนาญ ซึ่งอัตราส่วนของส่วนเทียบเป็นน้ำหนักได้ดังนี้ปลาผสมกับเกลือในอัตราส่วน4-5 ต่อ1 โดยน้ำหนัก และผสมกับข้าวคั่วหรือรำข้าวร้อยละ 10-12 โดยน้ำหนักของปลา แล้วนำไปหมักโดยอัดปลาให้แน่นในโอ่งเคลือบ เป็นเวลาตั้งแต่ 3-12 เดือนก่อนนำไปจำหน่ายผู้ผลิตจะผสมน้ำเกลือ ข้าวคั่วหรือรำข้าว เพื่อให้มีกลิ่นหอมดูน่ารับประทานจากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพเคมี จุลินทรีย์ พยาธิ และทางประสาทสัมผัสของปลาร้าสามารถนำมาเป็นแนวทางกำหนดเกณฑ์คุณภาพมาตรฐานปลาร้าดังตารางที่ 5

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 5 : การตรวจวิเคราะห์คุณภาพเคมี จุลินทรีย์ พยาธิ และทางประสาทสัมผัสของปลาร้า

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
โปรตีน	11 – 15
ความชื้น	50 – 60
ไขมัน	1 – 5
ใยอาหาร	0.09 – 0.4
เกลือ	11 – 20
ความเป็นกรด – ด่าง	5 – 6
ปริมาณกรดแลคติค	13
ปริมาณเถ้า	10 – 20
ปริมาณน้ำอิสระ	0.6 – 0.7
Salmonella sp.	ไม่พบในตัวอย่างปลาร้า 25 กรัม
Vibrio cholera	ไม่พบในตัวอย่างปลาร้า 25 กรัม
S. aureus	ไม่พบในตัวอย่างปลาร้า 0.1 กรัม
E. coli	ไม่พบในตัวอย่างปลาร้า 0.1 กรัม
Cl. perfringens	ไม่พบในตัวอย่างปลาร้า 0.1 กรัม
เชื้อรา	ไม่เกิน 100 โคโลนี ในตัวอย่าง 100 กรัม
พยาธิ	ไม่พบ

ที่มา : พูลทรัพย์ (2543)

นฤดม (ม.ป.ป) ศึกษาการพัฒนากรรมวิธีการผลิตและการพัฒนาคุณภาพปลาหมักพื้นบ้านสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ในการพัฒนากรรมวิธีการผลิตปลาร้า ได้ทำการทดลองหมักปลาร้าในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ปลาเป็ด (ปลาแป้นและปลาจวด) ใช้อัตราส่วนปลาต่อเกลือเท่ากับ 4 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก และมีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ คือ *Micrococcus qlutamicus, Proteus halophilus* พบว่าในการหมักเริ่มต้นปลาแป้นที่เติมเชื้อ ปลาแป้นที่ไม่เติมเชื้อปลาจวดที่เติมเชื้อ และปลาจวดที่ไม่เติมเชื้อ ตรวจพบค่า pH เท่ากับ 5.81-5.88 5.596.48 6.15-6.18 และ5.76-6.05 ตามลำดับ ปริมาณกรดเท่ากับร้อยละ 0.80-0.98 0.54-

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

081 0.89-0.93 และ1.12-1.22 ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.2×10^{7}-7.8×10^{5}CFU/g 3.5×10^{6}-4.0×10^{5} CFU/g 3.1×10^{7} -1.4×10^{6} CFU/g และ3.9×10^{6}-1.2×10^{5} CFU/g ตามลำดับ แต่เมื่อเริ่มหมักข้าวคั่ว pH ของปลาจะลดลง ส่วนปริมาณกรดและปริมาณจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้น เมื่อหมักต่อไปจนปลาร้ามีกลิ่นและลักษณะดีขึ้น ในระยะการหมัก 42 วัน ตรวจพบว่าปลาแป้นที่เติมเชื้อ ปลาหมักต่อไปจนปลาร้ามีกลิ่นและลักษณะดีขึ้น และปลาจวดที่เติมเชื้อมีค่า pH เท่ากับ 4.60 4.61 - 4.63 4.81 และ4.73-80 ตามลำดับปริมาณกรดเท่ากับร้อยละ1.23-1.29 1.21-1.27 1.21-1.25 และ1.31-1.32 ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ2.0×10^{6} CFU/g 1.05×10^{6}- 2.0×10^{5} CFU/g 1.01×10^{8}-2.4×10^{7} CFU/g และ 1.2×10^{7} -3.7×10^{7} CFU/g ตามลำดับ

อำนาจ, มยุรี, และ นงนุช (2545) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดกลิ่นและฮีสตามีนในปลาร้า โดยทำการทดลองหมักปลาร้า ปลาจวดและปลาร้าปลากระดี่ พบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ ความสดของปลา ปริมาณเกลือ ปริมาณข้าวคั่ว และอุณหภูมิ ซึ่งไม่มีผลต่อกลิ่นปลาร้า แต่ชนิดปลาและระยะเวลาใน การหมักปลาจะมีผลต่อการเกิดกลิ่น ($P\leq0.05$) โดยปลาร้าปลากระดี่มีกลิ่นหอมกว่าปลาร้าปลาจวด ปลาร้าที่มีกลิ่นหอมจะต้องมีอายุการหมัก 18 สัปดาห์ขึ้นไป การวิเคราะห์ปริมาณฮีสตามีน พบว่าปริมาณเกลือและปริมาณข้าวคั่วไม่มีผลต่อปริมาณฮีสตามีนแต่ชนิดของปลา ความสดของปลา และอุณภูมิของการหมักมีผลต่อปริมาณฮีสตามีน ($P\leq0.05$) ปลาร้าปลากระดี่มีปริมาณฮีสตามีนสูงกว่าปลาร้าปลาจวด โดยปลาร้าปลากระดี่รำมีปริมาณฮีสตามีนสูงสุดหลังการหมัก 22 สัปดาห์ ที่ระดับ 246.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ปลาร้าปลาจวดข้าวคั่ว และปลาร้าปลาจวดรำ พบฮีสตามีน 55.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 46.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การหมักปลาร้าที่อุณหภูมิ 45 ^{o}C จะทำให้เกิดฮีสตามีนที่สูงกว่าการหมักปลาร้าที่อุณหภูมิ 35 และ 28 ^{o}C คุณลักษณะที่ดีของปลาร้าตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแสดงในตารางที่ 6

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 6 : คุณลักษณะปลาร้า

คุณลักษณะ	รายละเอียดเกี่ยวกับคุณลักษณะ
ลักษณะทั่วไป	ปลาร้าตัวเนื้อปลาต้องนุ่ม สภาพผิวคงรูป หนังปลาร้าไม่ฉีกขาด เนื้อปลาและน้ำปลาร้าต้องเคล้ากนพอดีไม่แห้งหรือแฉะ ปลาร้าชิ้น เนื้อปลาต้องนุ่ม คงสภาพเป็นชิ้น เนื้อปลาร้าและน้ำปลาร้าต้องเคล้ากันไม่แห้งหรือแฉะ ปลาร้าบดต้องละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันไม่แห้งหรือเปียกเกินไป
สี	ปลาร้าต้องมีสีน้ำตาลอมเหลือง และเนื้อปลาต้องมีสีตามธรรมชาติชนิดของปลาร้าที่ผ่านการหมัก
กลิ่น	มีกลิ่นหอมของปลาร้าและข้าวคั่วหรือรำข้าว ไม่มีกลิ่นคาว กลิ่นเหม็นหืน หรือกลิ่นเหม็นเปรี้ยว
รส	มีรสเค็มกลมกล่อมเป็นไปตามธรรมชาติของปลาร้า
สิ่งแปลกปลอม	ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอม เช่น เส้นผม ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลของแมลง หนอน หนู และนก ดิน ทราย และกรวด
วัตถุเจือปนอาหาร	ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด และสี
ความเป็นกรด-ด่าง	ต้องมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 5.0-6.0
ปริมาณเกลือ (โซเดียมคลอไรด์)	ต้องมีปริมาณเกลืออยู่ระหว่าง 12-20
จุลินทรีย์	*S.aureus* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม
เชื้อรา	ต้องไม่พบหรือปรากฏให้เห็น
พยาธิ	ต้องไม่พบ

ที่มา: มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2546)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ *7* : เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีวภาพวิทยาของอาหารตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขประเทศไทย พ.ศ.2525

ประเภทอาหาร	จุลินทรีย์	ค่ากำหนด
1. อาหารหมักพื้นบ้านที่เป็นผลิตภัณฑ์จากสัตว์ได้แก่ แหนม กะปิ ปลาร้า ปลาจ่อม ส้มฟัก บูดูเป็นต้น	ยีสต์	$<1\times10^4$CFU/g
	รา	<500 CFU/g
	Escherichia coil	<10 MPN/g
	Stahylococcus aureus	<100 CFU/g
	Bacillus cereus	<100 CFU/g
	Clostridium perfringens	ไม่พบในตัวอย่าง 0.01 g
	Salmonella sp.	ไม่พบในตัวอย่าง 25 g
2. อาหารปรุงสุกทั่วไป อาหารปรุงสำเร็จ (ประเภทข้าวแกง) ก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน ยำ น้ำพริกจิ้ม ไส้กรอก หมูยอ ปูอัด ปลาหมึกปรุงรส ขนม ผลไม้รวม	จุลินทรีย์ทั้งหมด	$<1\times10^6$CFU/g
	Coliforms	<500 MPN/g
	Escherichia coli	<3 MPN/g
	Staphylococcus aureus	<100 CFU/g
	Bacillus cereus	<100 CFU/g
	Clostridium perfringens	ไม่พบในตัวอย่าง 0.01 g
	Vlbrio parahaemolyticus	ไม่พบในตัวอย่าง 25 g
	Salmonella sp.	ไม่พบในตัวอย่าง 25 g

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ที่มา : บุษกร (2547)

อุดม และอารี (2515) ตรวจหาปริมาณของแบคทีเรียที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมักปลาร้าที่ทำจากปลาน้ำจืด พบแบคทีเรียที่ต้องการอากาศและไม่ต้องการอากาศประมาณ $10^5 - 10^7$ เซลล์ต่อลูกบากศ์เซนติเมตรและ $10^4 - 10^7$ เซลล์ต่อลูกบากศ์เซนติเมตร ตามลำดับ ในช่วงหมักเกลือมีปริมาณมากขึ้นในช่วงหมักข้าวคั่ว คือ $10^7 - 10^8$ เซลล์ต่อลูกบากศ์เซนติเมตร เป็นแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ดังตาราง ที่ ค

ตารางที่ 8 : ชนิดแบคทีเรียในปลาร้าปลาน้ำจืด

สัปดาห์ที่	ลักษณะการหมัก	ชนิดของแบคทีเรียในปลาน้ำจืด (ปลากระดี่)
1	หมักเกลือ	*Micrococcus* sp.
		Bacillus sp.
5	หมักเกลือ	*Micrococcus* sp.
10	หมักเกลือ	*Micrococcus* sp.
11	หมักข้าว	*Bacillus* sp.
		Proteus sp.

ที่มา : อุดม สุนทรวิภาค และอารี วานิช (2515)

ประกาย และคณะ (2547) จัดทำโครงการศึกษาคุณภาพ ความปลอดภัยของส้มตำ : กรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดย ทำการเก็บตัวอย่างส้มตำ ได้แก่ ส้มตำไทย ส้มตำปู ส้มตำปูปลาร้า และส่วนประกอบที่ใช้ทำส้มตำรวม 202 ตัวอย่าง ตรวจโดยชุดทดสอบอาหารและวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบสีในกุ้งแห้งร้อยละ 95 พบเชื้อปนเปื้อนในส้มตำปรุงสำเร็จร้อยละ 67 พบถั่วลิสงคั่วมีอฟลาทอกซินร้อยละ 45 แต่ที่เกินค่าความปลอดภัยร้อยละ 15 พบยาฆ่าแมลงในพริกสดร้อยละ 2.6 ส่วนฟอร์มาลินและสารฟอกขาวตรวจไม่พบในทุกตัวอย่าง การบริโภคส้มตำมีความเสี่ยงต่อท้องร่วงประมาณร้อยละ 25 โดยเฉพาะส้มตำปูปลาร้า

อรุณ และคณะ (2547) ทำการสุ่มตัวอย่างอาหารหมักดองพื้นบ้านพร้อมบริโภคจากตลาดในกรุงเทพมหานคร และนนทบุรี จำนวน 300 ตัวอย่าง ได้แก่ กุ้งจ่อม 34 ตัวอย่าง ปลาจ่อม 66 ตัวอย่าง ปูดอง 100 ตัวอย่าง และปลาร้า 100 ตัวอย่าง เพื่อตรวจหาค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ร้อยละความเข้มข้นของเกลือและเชื้อโรคอาหารปีนพิษในกลุ่ม *Salmonella Shigella E. coli O157 : H7 Vibrio cholera V. parahaemolyticus S. aureus B. cereus* พบว่ากุ้งจ่อม ปลาจ่อม ปลาร้า และปูดองมีค่า pH เฉลี่ยที่ 4.02 4.26 4.79 และ 7.44 ตามลำดับ ขณะที่ความเข้มข้นของเกลืออยู่ที่ร้อยละ 8.06 8.75 14.85 และ 15.23 ตามลำดับ ตัวอย่าง ทั้งหมดตรวจไม่พบเชื้อ *Shigella S. aureus V. cholera* และ *E. coli* O157 : H7 แต่อาหารหมักดอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

พื้นบ้านกลุ่มดังกล่าวตรวจพบเชื้อแบคทีเรียก่อโรคจำนวน 21 ตัวอย่าง (ร้อยละ 7) ได้แก่ Salmonella 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 3) โดยพบจากกุ้งจ่อม 1 ตัวอย่าง (พบ S. *paratyphi Bvarjava*) ปลาร้า 1 ตัวอย่าง (พบ *S. rissen*) ปลาจ่อม 3 ตัวอย่าง (พบ *S. bredeney S. hadar* และ *S. hvittingfoss*) และปูดอง 4 ตัวอย่าง (พบ *S. hvittingfoss S. Stanley S. braederup* และ *S. enteric sub sp. enteric)* โดยที่ค่า pH ที่ตรวจพบเชื้อในกลุ่ม Salmonella sp. อยู่ระหว่าง 4.11-7.88 และความเข้มข้นของเกลืออยู่ระหว่างร้อยละ 1.37 – 16.89 พบเชื้อ V. *Parahaemolyticus* รองลงมา คือ 8 ตัวอย่าง (ร้อยละ 2.67) โดยพบมากในตัวอย่างปูดอง 6 ตัวอย่าง ละปลาจ่อม 2 ตัวอย่าง ค่า pH และความเข้มข้นของเกลือในอาหารที่ตรวจพบเชื้อนี้อยู่ระหว่างร้อยละ 4.11 – 7.98 และ 3.27 – 17.41 ตามลำดับ ส่วนเชื้อ *B. cereus* พบน้อยที่สุด คือ ตัวอย่าง (ร้อยละ 1.33) จากกุ้งจ่อม 3 ตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง และปลาร้า 1 ตัวอย่าง โดยที่ค่า pH และร้อยละความเข้มข้นของเกลือ ที่ตรวจพบเชื้ออยู่ระหว่างร้อยละ 3.79 – 4.86 และ 6.69 – 17.17 ตามลำดับ และจากการศึกษาความไวต่อยาที่ใช้ในการรักษาการเกิดโรคทางเดินอาหารในเชื้อในกลุ่ม *Salmonella* และ *V. Parahaemolyticus* พบว่าเชื้อ *Salmonella* ไวต่อยาด้านจุลชีพที่ใช้ในการศึกษาทุกชนิด ยกเว้น *S. braenderup* ดื้อต่อ Nalidixic acid Tetracycline และ Co-trimoxazole สำหรับ V. *Parahaemolyticus*จะไวต่อยาต้านจุลชีพเกือบทุกชนิดที่ใช้ในการศึกษา ยกเว้น Ampicillin

อดิศร และคณะ (2541) ศึกษาเชื้อ *Salmonella* ในอาหารพร้อมบริโภคต่าง ๆ ที่จำหน่ายและบริการในโรงเรียน 198 ตัวอย่าง แผงลอยในเขตกรุงเทพมหานคร ฯ 116 ตัวอย่าง ครัวบริการการบิน 732 ตัวอย่าง รวมถึงอาหารหมักพร้อมบริโภค 45 ตัวอย่าง จากการตรวจวิเคราะห์พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ถึง 38 ตัวอย่าง จากตัวอย่างที่วิเคราะห์ทั้งหมด 1,091 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.48 โดยที่อาหารหมักประเภทแหนม และปลาร้าพบการปนเปื้อนของเชื้อสูงมาก คือร้อยละ 33.33 และ 11.11 ตามลำดับ อาหารประเภทไม่ผ่านการให้ความร้อน เช่น ส้มตำ สลัด พบการปนเปื้อนร้อยละ 10.0 และ 1.2 ตามลำดับ อาหารพร้อมบริโภคที่รับประทานทันทีโดยไม่ผ่านความร้อนก่อนการบริโภค เช่น ขนม ผลไม้ แซนวิช และอาหารเย็น พบเชื้อ Salmonella ปนเปื้อนร้อย 4.05 3.95 และ 0.75 ตามลำดับ การปนเปื้อนของเชื้ออยู่ นอกจากสุขลักษณะในการผลิตและสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ไม่ดีมีผลต่อกาปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella ด้วยเช่นกัน

ธีติกา (2542) ศึกษาการประเมินความปลอดภัยทางจุลชีววิทยา และการอยู่รอดของจุลินทรีย์อาหารเป็นพิษในอาหารบาทวิถี (ส้มตำ) โดยทำการเก็บตัวอย่างส้มตำและส่วนผสมในการปรุงส้มตำจำนวน 20 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด *Coliform, E.*

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

coli, S.aureus, Salmonella sp., Vibriio sp. และ *Clostridium sp.* พบว่าส้มตำปู ส้มตำไทย และส้มตำปลาร้า จุลินทรีย์ทั้งหมดปนเปื้อนในปริมาณสูง โดยพบอยู่ในช่วง 10^4 – 10^9 CFU/g ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขถึงร้อยละ 75, 60 และ 85 ตามลำดับ ซึ่งมาจากคุณภาพวัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้ในการปรุงไม่สะอาดและมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 10^5 -10^9 CFU/g พบ *Coliform* ในกลุ่มผักสูงถึง 10^6 - 10^9 CFU/g ซึ่งเกินมาตรฐานทั้งหมด พบเชื้อ *S. aureus* ในส้มตำปูและปูเค็ม 10^3 – 10^4 CFU/g พบ *Clostridium sp.* ในปลาร้าสูงถึง 10^4 CFU/g ที่ความถี่ร้อยละ 65 และพบ *Vidrio spp* ในปูเค็มและกุ้งแห้ง ความถี่ร้อยละ 45 และ 50 ตามลำดับ ดังนั้นส้มตำจึงมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคทางเดินอาหารสูง และจากการประเมินจุดที่น่าจะก่อให้เกิดความเสี่ยงในการบริโภคส้มตำพบว่ามี 5 จุด ได้แก่ปูเค็ม ปลาร้า กุ้งแห้ง มะละกอ และผักเครื่องเคียงที่มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั่วไปและจุลินทรีย์ก่อโรคสูงที่สุด การลดปริมาณจุลินทรีย์ส่วนผสมส้มตำทั้ง 5 ชนิด คือ โดยการนึ่งปูเค็มในหม้อน้ำเดือด เป็นเวลา 3 นาที ต้มปลาร้าจนกระทั่งอุณหภูมิภายในสูงถึง 68 °C ลวกกุ้งแห้งด้วยน้ำเดือด เป็นเวลา 1 นาที และการล้างมะละกอและผักเครื่องเคียงโดยใช้น้ำยาฆ่าเชื้อ

จากการศึกษาการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในปลาร้า พบว่าการต้มปลาร้านั้นสามารถและกำจัดจุลินทรีย์ สังเกตจากปลาร้า ก่อนต้มมีจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงถึง 5.2 log CFU/g เมื่อต้มแล้วสามารถลดระดับจุลินทรีย์ ได้เหลือเพียง 4.43 log CFU/g และในทำนองเดียวกับกับ *Coliform* และ*Clostridium sp.* ก่อนต้มมีปริมาณเชื้อเท่ากับ 3.75 และ 3.48 log CFU/g ตามลำดับ หลังผ่านการต้มปริมาณเชื้อเท่ากับ 1.48 และ 2.18 log CFU/g ตามลำดับ แต่การต้มปลาร้านั้นไม่สามารถฆ่าเชื้อ Coliform ได้ทั้งหมด แสดงว่าการต้มปลาร้าจะสามารถลดหรือกำจัดจุลินทรีย์ทั่วไปและจุลินทรีย์ของโรคได้ ซึ่งในการปฏิบัติจริง ทางร้านค้าจำหน่ายส้มตำสามารถปฏิบัติได้ง่ายเนื่องจาก ส่วนต้องการบริโภคปลาร้าที่สุกแล้ว เพราะปลาร้าดิบมีกลิ่นแรง การแนะนำให้ร้านค้าปฏิบัติของกำหนดข้อปฏิบัติที่ง่ายและสะดวก ดังนั้นการแนะนำจึงควรแนะนำให้ร้านค้าต้มปลาร้า เนื่องจากการต้มปลาร้าให้อุณหภูมิถึง 68 °C นั้นปลาร้ายังไม่เดือด และยังพบ *Clostridium sp.*ในระดับหนึ่งอุณหภูมิของปลาร้าที่ต้มเดือดสูงกว่า 68 °C ทำลายจุลินทรีย์ได้มากขึ้น และในทางปฏิบัติสามารถสังเกตได้ง่ายและควบคุมได้ง่ายขึ้น (ธีติกา ,2542)