บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชนิดของปลาน้ำจืด

ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ ใช้ปลาน้ำจืดเพียง 5 ชนิด ได้แก่ ปลาสลิด ปลาดุกอุย ปลาดุกบิ๊กอุย ปลานิลและปลาตะเพียนขาว ดังนั้นจึงขอกล่าวรายละเอียดเฉพาะปลาน้ำจืดที่นำมาใช้ในงานวิจัยเท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ปลาสลิด

ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis* (Regan)) บางพื้นที่เรียกว่า ปลาใบไม้ หรือสลิดใบไม้ ทั้งนี้เนื่องจากปลาสลิดมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับใบไม้ จัดอยู่ในครอบครัว Anabantidae ซึ่งเป็นสกุลเดียวกับปลากระดี่ ปลาสลิดเป็นปลาพื้นบ้านของประเทศไทย ซึ่งได้แพร่กระจายไปยังประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย ปากีสถานตะวันออก อินเดีย และศรีลังกา ประเทศเหล่านี้เรียกปลาสลิดว่า Sepat siam , Sepet siem หรือ Siem ปลาสลิดพบได้ทั่วประเทศไทย โดยเฉพาะลุ่มแม่น้ำภาคกลาง ปลาสลิดมีรูปร่างคล้ายปลากระดี่แต่มีขนาดโตกว่า ลำตัว แบนข้าง ครีบท้องเป็นเส้นยาวเส้นเดียว ลำตัวมีสีค่อนข้างดำเป็นพื้น และมีริ้วสีดำเฉียงพาดขวางตามลำตัวจากหัวถึงโคนหาง มีเกล็ดบนเส้นข้างตัวประมาณ 42-47 เกล็ด ปากเล็กยาวยืดหดได้ ครีบหลังมีก้านครีบแข็ง 7 อัน ก้านครีบอ่อน 10-11 อัน ครีบก้นมีก้านครีบอ่อน 36-38 อัน และมีก้านครีบแข็ง 9-11 อัน ตัวมีลำตัวเรียวยาว สันหลังและสันท้องเกือบเป็นเส้นตรงขนานกัน มีครีบหลังยาวจรดหรือเลยโคนหาง สีเข้มกว่าตัวเมีย ตัวเมียมีสันท้องยาวมนไม่ขนานกับสันหลัง และครีบหลังมักมนไม่ยาวจนถึงโคนหาง สีจางกว่าตัวผู้ ฤดูวางไข่ท้องจะอูมเป่ง มีอวัยวะช่วยในการหายใจเหนือผิวน้ำได้โดยไม่ต้องกรองผ่านช่องเหงือก ปลาสลิดเจริญเติบโตเร็วในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีอาหารพวกพืช เช่น สาหร่าย แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ เป็นปลาที่หาอาหารกินตามผิวน้ำ อาศัยอยู่ทั่วไปในแม่น้ำลำคลอง หนองบึง ซึ่งเป็นที่ลุ่มในบริเวณภาคกลางของประเทศไทย แถบจังหวัดสมุทรปราการ ฉะเชิงเทรา สุพรรณบุรี อยุธยา และสมุทรสาคร ซึ่งนับเป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง โดยแปรรูปเป็นปลาสลิดมาตากแห้งจะมีรสชาติอร่อย และเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและนอกประเทศ (ศักดิ์ชัย ชูโชติ, 2536)

ปลาสลิดค่อนข้างก้าวร้าว มักกัดทำร้ายกันเองหรือกัดทำร้ายปลาที่อ่อนแอกว่า ชอบอยู่ตามแหล่งน้ำนิ่งในคู หนอง คลอง บึง โดยจะหลบซ่อนตัวอยู่ตามพุ่มไม้ ตัวผู้เรียวยาวกว่าตัวเมีย แผ่นหลังหรือสันท้องเกือบเป็นเส้นตรงขนานกัน มีสีสันเข้มสด กว่าตัวเมีย และปลายครีบหลังชี้แหลมกว่า ปลาสลิดเริ่มวางไข่ช่วงระหว่างเดือนเมษายน-สิงหาคม โดยวางไข่ก่อหวอดอยู่ตามผิวน้ำสอดแทรกอยู่ตามพุ่มไม้รก มักวางไข่ในช่วงกลางวันแดดรำไร หลังวางไข่เสร็จแล้วพ่อปลาจะทำ

หน้าที่เฝ้าดูแลไข่จนกว่าจะฟักเป็นตัว ตัวเมียวางไข่ครั้งละ 4,000 – 10,000 ฟอง วิธีผสมพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดี คือวิธีผสมพันธุ์หมู่ โดยให้ปลาตัวผู้และตัวเมียมีจำนวนเท่า ๆ กัน และปล่อยให้จับคู่ผสมพันธุ์กันเอง (สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวช, 2542)

ปลาดุกอุย

ปลาดุกอุย (*Clarias macrocepalus*) มีชื่อสามัญที่เรียกกันทั่วไปว่า Walking catfish พบได้ตามแหล่งน้ำจืดทั่วไป ปลาดุกอุยเป็นปลาไม่มีเกล็ด มีรูปร่างเรียวยาวลำตัวมีสีค่อนข้างเหลืองมีจุดประสีขาวที่บริเวณด้านข้างของลำตัวประมาณ 9-10 แถบ เมื่อโตขึ้นจุดประ ดังกล่าวจะเลือนหายไป หัวค่อนข้างรีไม่แบน กะโหลกศีรษะเรียบลื่นและมีรอยบุ๋มตรงกลางเล็กน้อย ปลายกระดูกท้ายทอยป้านโค้งมนมาก ลักษณะของฟันที่เพดานปากและที่ขากรรไกรเป็นฟันซี่เล็กๆ จำนวนกระดูกซี่กรองเหงือกมีประมาณ 32 อัน ปลาดุกอุยเป็นปลาก้าวร้าว ชอบหากินและกบดาน ตัวนิ่ง ๆ อยู่กับพื้น เนื่องจากเป็นปลาที่มีสายตาไม่ดี ดังนั้นเวลาว่ายน้ำหรือออกหาอาหารต้องอาศัยหนวดเป็นเครื่องนำทางเสมอ ปลาดุกเพศผู้ที่บริเวณใกล้ช่องทวารมีอวัยวะแสดงเพศซึ่งมีลักษณะเรียวยาวยื่นออกมา ถ้าเป็นตัวเมีย อวัยวะแสดงเพศมีลักษณะค่อนข้างกลม และเห็นได้ชัดว่าสั้นกว่า ขนาดของปลาดุกที่แยกเพศได้ชัดเจนนั้นต้องเป็นปลาที่มีขนาดยาวเกินกว่า 15 เซ็นติเมตร นอกจากนี้ในฤดูวางไข่ สังเกตเห็นเพศเมียมีส่วนท้องอูมเป่งกว่าปกติ และถ้าใช้มือบีบเบา ๆ ตรงบริเวณท้องมีไข่ไหลออกมา โดยธรรมชาติปลาดุกอุยมีฤดูกาลผสมพันธุ์อยู่ในช่วงเดือน พฤษภาคม – ตุลาคม (กรมประมง, มปป)

ปลาดุกบิ๊กอุย

ปลาดุกบิ๊กอุย (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) เกิดจากการผสมเทียมข้ามสายพันธุ์ระหว่างพ่อพันธุ์ปลาดุกแอฟริกัน (*Clarias gariepinus*) กับแม่พันธุ์ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) ทำให้ได้ลูกปลาดุกที่เลี้ยงง่ายเจริญเติบโตเร็ว เนื้อมีลักษณะดี รสชาติอร่อย ปลาดุกบิ๊กอุยมีลักษณะโดยทั่วไปอยู่กึ่งกลางระหว่างพ่อพันธุ์ปลาดุกแอฟริกันและแม่พันธุ์ปลาดุกอุย กล่าวคือ ลำตัวและหางจะเห็นลายจุดประสีขาวของปลาดุกอุยชัดเจนมาก แต่เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จุดประนี้จะหายไป กะโหลกท้ายทอยแหลมเป็น 3 หยัก มีหนวด 4 คู่ ครีบหลัง ครีบท้อง และครีบหางแยกขาดจากกัน สามารถเพาะขยายพันธุ์ได้ดี ลูกที่ได้มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว ทนทานต่อโรคสูง มีลักษณะใกล้เคียงกับปลาดุกอุย จึงทำให้เกษตรนำวิธีการผสมข้ามพันธุ์ไปปฏิบัติกันอย่างแพร่หลาย และนิยมเลี้ยงกันในปัจจุบัน (อุทัยรัตน์ ณ นคร, 2544)

ปลาดุกบิ๊กอุยบางครั้งอาจเรียกว่า ปลาดุกอุยเทศ ดุกเทศ ดุกลูกผสม หรืออุยบ่อ สำหรับปลาดุกบิ๊กอุย เป็นปลาลูกผสมที่ได้รวมลักษณะที่ดีเด่นของพ่อแม่พันธุ์มาไว้ในตัวเดียวกัน กล่าวคือ ลักษณะภายนอกและนิสัยการกินอาหารคล้ายกับปลาดุกอุยมาก มีผิวค่อนข้างเหลือง ปลาดุกบิ๊กอุยมีนิสัยก้าวร้าว และชอบกินปลาชนิดอื่นเป็นอาหาร เมื่อถึงฤดูผสมพันธุ์ (มีนาคม – ตุลาคม)

สังเกตเห็นเพศเมียมีท้องอูมเป่ง ไม่นิ่มหรือแข็งจนเกินไป ถ้าเอามือบีบเบา ๆ ที่ท้องจะมีไข่ไหลออกมา สำหรับเพศผู้มีติ่งเพศยาวเรียว สีแดงหรือชมพูอมแดง (นฤมล อัศวเกศมณี, 2549)

ปลานิล

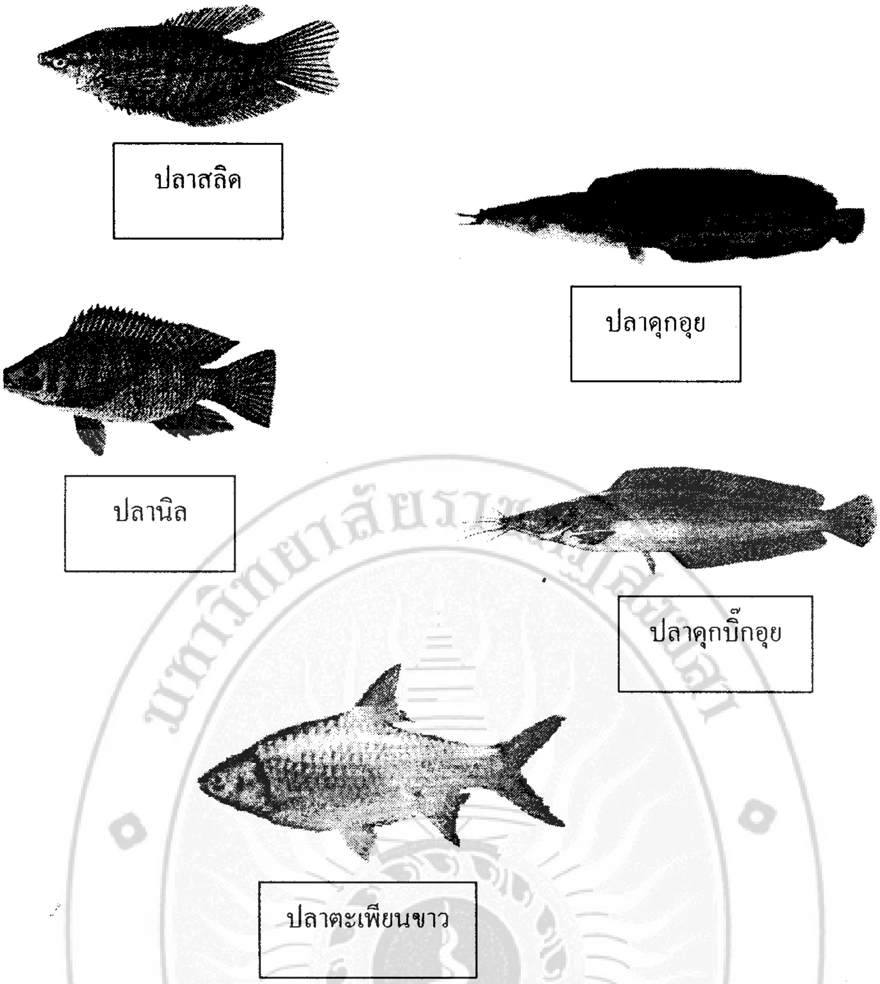
ปลานิล (*Tilapia nilotica*) จัดอยู่ในครอบครัว Cichlidae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา พบทั่วไปตามแหล่งน้ำจืดของประเทศซูดาน ยูกานดา แทนแกนยิกา มีชื่อเรียกทั่วไปว่า Nile ปลานิลมีความอดทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ขยายพันธุ์ได้ง่าย ลูกดก จะมีลักษณะลำตัวสั้นแบนข้าง ริมฝีปากบน และริมฝีปากล่างเสมอกันบริเวณแก้มมีเกล็ด 4 แถว มีลายพาดขวางตามลำตัว 9-10 แถบครีบหลังติดต่อกันเป็นครีบเดียว ครีบหางตัดตรง ปลานิลมีรูปร่างคล้ายกับปลาหมอเทศจนบางครั้งเข้าใจกันว่าปลานิลกับปลาหมอเทศเป็นชนิดเดียวกัน ลักษณะพิเศษของปลานิล คือ ริมฝีปากบนและล่างเสมอกัน ที่บริเวณแก้มมีเกล็ด 4 แถว ตามลำตัวมีลายพาดขวางจำนวน 9 – 10 แถบ นอกจากนั้นลักษณะทั่วไป มีดังนี้ ครีบหลังมีเพียง 1 ครีบ ประกอบด้วยก้านครีบแข็งและก้านครีบอ่อนเป็นจำนวนมาก ครีบก้นประกอบด้วยก้านครีบแข็งและอ่อนเช่นกัน มีเกล็ดตามแนวเส้นข้างลำตัว 33 เกล็ด ลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาล ตรงกลางเกล็ดมีสีเข้ม ที่กระดูกแก้มมีจุดสีเข้มอยู่จุดหนึ่ง บริเวณครีบหลัง ครีบก้น และครีบหางนั้น มีจุดสีขาวและสีดำตัดขวางแลดูคล้ายข้าวตอกอยู่โดยทั่วไป อาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูง กินพืชน้ำขนาดเล็ก และแพลงก์ตอนเป็นอาหาร ปลานิลตัวผู้และตัวเมียมีลักษณะคล้ายกันมาก แต่สังเกตได้โดยดูจากช่องเพศ ตัวผู้จะมีติ่งเพศยื่นยาวค่อนข้างแหลม ส่วนตัวเมียมีติ่งเพศค่อนข้างใหญ่และกลมแบน (กรมประมง, 2545)

ปลานิลมีนิสัยชอบอยู่รวมกันเป็นฝูง มีความอดทนและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี จากการศึกษาพบว่า ปลานิลสามารถทนต่อความเค็มได้ถึง 20 ppt. ทนต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ได้ดีที่ช่วง 6.5 – 8.3 และสามารถทนต่ออุณหภูมิได้ถึง 40 องศาเซลเซียส โดยปกติเพศผู้จะมีอวัยวะเพศ ที่บริเวณใกล้กับช่องทวาร ที่มีลักษณะเรียวยาวยื่นออกมา แต่สำหรับเพศเมียมีลักษณะเป็นรูค่อนข้างใหญ่และกลม หรืออาจดูสีที่ลำตัว โดยปลาเพศผู้มีสีที่ใต้คางและลำตัวเข้มกว่าตัวเมีย ซึ่งเมื่อถึงฤดูสืบพันธุ์สียิ่งเข้มขึ้นพบในบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำจืดทุกภาคในประเทศไทย นอกจากนี้ยังพบปลานิลบริเวณน้ำกร่อยอีกด้วย ปลานิลสามารถผสมพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี โดยใช้เวลา 2 – 3 เดือนต่อครั้ง แต่ถ้ามีอาหารอุดมสมบูรณ์ ภายในระยะเวลา 1 ปี สามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้ 5 – 6 ครั้ง ปลานิลเป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตเร็ว ภายในระยะเวลา 1 ปี มีน้ำหนักประมาณ 500 กรัม (กรมประมง, 2535)

ปลาตะเพียนขาว

ปลาตะเพียน (*Puntius gonionotus*) จัดอยู่ในครอบครัว Cyprinidae มีถิ่นกำเนิดอยู่ทั่วไปในแถบประเทศ อินโดนีเซีย ไทย เวียดนาม และศรีลังกา มีลักษณะลำตัวแบนข้างขอบหลังโค้งยกสูงขึ้นหัวเล็ก ปากเล็ก ริมฝีปากบางจะงอยปากแหลม มีหนวดเส้นเล็ก ๆ 2 เส้นมีเกล็ดตามเส้นข้างลำตัว 29 -31 เกล็ด ลำตัวมีสีเงิน บริเวณส่วนหลังมีสีคล้ำ ส่วนท้องเป็นสีนวล ปลาตะเพียนขาว

ขนาดโตเต็มที่มีลำตัวยาวที่สุดเกือบ 50 เซนติเมตร ลักษณะภายนอกของปลาตะเพียนขาวเพศผู้กับเพศเมียมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก แต่เมื่อใกล้ฤดูผสมพันธุ์จะสังเกตได้ง่ายขึ้น คือเพศเมียมีท้องอูมเป่ง ส่วนเพศผู้ท้องแบน ปลาตะเพียนขาวพร้อมที่จะวางไข่ได้ภายในอายุ 1 ปี ปลาตะเพียนขาวมีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละประเทศ คือ ประเทศอังกฤษ เรียกว่า Barb, Thai silver carp, Thai carp, Tawes ประเทศจีน เรียกว่า เต๊กเคี้ยง ประเทศเวียตนาม เรียกว่า Catre vinch ประเทศอินโดนีเซีย เรียกว่า Tawes, Bader, Putihan, Bader punihan, Tjibris, Djakare, Kabonganm, Bider, Kandia , Rampang ประเทศมาเลเซีย เรียกว่า Lampamjawa ประเทศไทยทางแถบภาคกลาง เรียก ตะเพียนขาว ตะเพียน ทางแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรียก ปลาปาก ปลาปีก ปลาสีน้ำเงินหรือปลาขาวงาม ทางแถบภาคเหนือ เรียก ปลาปีก (เฉิดฉัน อมาตยกุลและคณะ, 2538) ปลาตะเพียนขาว มีชื่อสามัญว่า Common Silver หรือ Thai Barb ลักษณะลำตัวกว้างและแบนข้าง แผ่นหลังยกสูง หัวและปากมีขนาดเล็ก มีหนวดขนาดเล็ก 2 คู่ อยู่ที่ขากรรไกรบนและล่าง พื้นลำตัวสีเงินอมน้ำตาล เกล็ดเป็นมันแวววาวเรียงเป็นระเบียบ แผ่นหลังสีคล้ำ ใต้ท้องสีจางขาว มีครีบ 7 ครีบ ครีบหลังและหางสีเทาหรือสีเทาอมเหลือง ครีบท้องและครีบทวาร สีส้มจาง ๆ ส่วนครีบอกโปร่งใสไม่มีสี ปลาตะเพียน เป็นปลาที่ค่อนข้างรักสงบ ก้าวร้าวเป็นบางขณะ แต่โดยมากจะกัดทำร้ายพวกเดียวกันมากกว่าแต่ไม่รุนแรง ชอบอยู่รวมกันเป็นฝูงและว่ายน้ำตลอดเวลา เป็นปลาที่มีความว่องไวปราดเปรียวมาก ปลาตะเพียนขาวพบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำทั่วทุกภาคและยังพบในประเทศอินโดนีเซีย เวียดนามและศรีลังกา ขนาดที่พบยาวที่สุด 32.5 เซนติเมตร ตัวผู้จะเพรียวบางและเล็กกว่าตัวเมียตามธรรมชาติ แพร่พันธุ์ในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน โดยวางไข่ในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลที่พื้นเป็นโคลน จะใช้วิธีผสมพันธุ์หมู่ ไข่มีลักษณะกึ่งจมกึ่งลอย แม่ปลา 1 ตัว สามารถวางไข่ได้ครั้งละหลายหมื่นถึงหลายแสนฟอง ไข่ใช้เวลาในการฟักเป็นตัวประมาณ 8 – 12 ชั่วโมง เป็นปลาที่ขยายพันธุ์ได้ง่าย แต่ปัจจุบันนิยมใช้วิธีผสมเทียมซึ่งให้ผลผลิตมากกว่า (สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวช, 2542)



ภาพที่ 1 ลักษณะของปลาน้ำจืดที่ใช้ในงานวิจัย
ที่มา : สัญชัย บุญญธานี, 2548 ประพันธ์ ธาราเวทย์, 2549 สำนักงานประมงสุพรรณบุรี, 2548 วิเชียร หวัดสนิท, 2550 และ กรมประมง, 2549

ปลาร้าพื้นเมือง

ปลาร้าพื้นเมืองทางภาคใต้ มีกระบวนการผลิตที่ต้องอาศัยกรรมวิธีการหมักเช่นเดียวกับการผลิตปลาร้าทางภาคอีสาน แต่การผลิตปลาร้าพื้นเมืองทางภาคใต้มีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันจึงทำให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งขั้นตอนการผลิตไม่ยุ่งยาก ขึ้นอยู่กับว่าแต่ละคนจะมีเทคนิคและวิธีการทำอย่างไรเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ปลาร้าที่มีรสชาติอร่อยถูกปากผู้บริโภค (หัวเชียงใค, 2551) ปลาร้าพื้นเมืองเป็นผลิตภัณฑ์ด้านการเกษตรและเป็นการสร้างรายได้ให้แก่ชาวบ้านในชุมชนทะเลน้อย อำเภอพะนางตุง จังหวัดพัทลุง ชาวบ้านได้นำปลาน้ำจืดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ปลาร้าพื้นเมือง ทั้งในรูปแบบเก็บไว้เพื่อบริโภคเอง และส่งขายยังพื้นที่ใกล้เคียง ทั้งนี้เป็นการเพิ่มมูลค่าของปลาน้ำจืดนั่นเอง และในปัจจุบันหน่วยงานราชการมีนโยบายส่งเสริมผู้ผลิตสินค้ารวมตัวกันเป็นกลุ่มหรือชมรม เพื่อความสะดวกในการให้การสนับสนุนด้านวิชาการและเครื่องมืออุปกรณ์

ต่างๆที่จำเป็นต่อการพัฒนาคุณภาพสินค้า โดยมีเป้าหมายที่จะสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคว่าผลิตภัณฑ์ปลาร้ามีคุณค่าทางด้านโภชนาการและปลอดสารพิษ รวมทั้งการสร้างภาพลักษณ์ให้กับภาคใต้ ในฐานะผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ปลาร้าพื้นเมืองทางภาคใต้ ที่นำเอาปลาสดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้มาตรฐานโดยการใช้วัตถุดิบภายในพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตามในพื้นที่ภาคใต้มีการเลี้ยงปลาน้ำจืดชนิดต่างๆซึ่งสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาร้าพื้นเมือง ทำให้มีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายและยังเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคได้เลือกบริโภคตามต้องการ (ชาคริต โภชะเรือง, 2548) และผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าท่าซัก อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช ได้รับการคัดสรรเป็นผลิตภัณฑ์ ระดับ 4 ดาว ปี พ.ศ.2549 ตามโครงการคัดสรรสุดยอดหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ไทย ปี พ.ศ.2549 (OTOP Product Champion) สำหรับขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาร้าพื้นเมืองมีกรรมวิธีการผลิตโดยการหมักด้วยเกลือและน้ำตาลตามสัดส่วนที่เหมาะสม ซึ่งแตกต่างกับปลาร้าทางภาคอีสานที่ใช้กรรมวิธีการหมักเหมือนกันแต่มีวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักคือ เกลือ รำ ข้าวคั่ว หมักจนทำให้เกิดกรดแลกติกที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาร้าทางภาคอีสานมีรสเปรี้ยว (บุหลัน พิทักษ์พล , 2550) ส่วนผลิตภัณฑ์ปลาร้าพื้นเมืองทางภาคใต้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นตัว เนื้อแห้ง มีกลิ่นหอมเฉพาะ สามารถบรรจุห่อเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องหรือตู้เย็นเก็บได้นาน 10-12 เดือน สามารถนำมาทอดแล้วบริโภคกับข้าวสวยหรือข้าวเหนียวร่วมกับหอมแดง บีบมะนาวและพริกขี้หนู ส่วนปลาร้าทางภาคอีสาน ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นตัวหรือเป็นชิ้น สีชมพูอ่อน มีกลิ่นหอมเฉพาะ บรรจุในภาชนะที่มีฝาปิด เก็บได้นาน 1 เดือน สามารถนำมาบริโภคโดยการหลน ใส่กะทิรับประทานกับผักดอง ใส่แกง ใส่น้ำพริก หรือน้ำพริกปลาร้าเป็นต้น (ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก, 2549)

กระบวนการผลิตปลาร้าพื้นเมือง

การผลิตปลาดุกพื้นเมือง ต้องอาศัยกระบวนการหมักดองและมีจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้กระบวนการหมักเป็นไปอย่างสมบูรณ์ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

การหมักดอง

การหมักดอง เป็นการถนอมอาหารโดยการแช่ หรือหมักชิ้นอาหารในเกลือ หรือน้ำเกลือ หรือน้ำส้มสายชู ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีการที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ทำให้เกิดอาหารที่มีรสชาติแปลกใหม่ขึ้น และสามารถเก็บอาหารไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้อง การหมักดองมีรูปแบบ กรรมวิธีการผลิตและเกิดผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภค อย่างเช่น การหมักดองที่ทำให้เกิดแอลกอฮอล์ การหมักดองที่ทำให้เกิดกรดอาซิติค และการหมักดองที่ทำให้เกิดกรดแล็กติค เป็นต้น อาหารหมักดองจัดเป็นอาหารที่อยู่ในรูปที่สามารถดูดซึมได้ง่าย เนื่องจากการหมักเป็นการเปลี่ยนสารโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน ให้กลายเป็นกรดอะมิโน ซึ่งเป็นสารโมเลกุลเล็ก และร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ทำให้

อาหารหมักดองเป็นอาหารที่มีคุณค่า นอกจากนี้กระบวนการผลิตอาหารหมักดอง ยังสามารถทำได้ง่ายในครัวเรือนและต้นทุนการผลิตที่ต่ำอีกด้วย

ความหมายของการหมักดอง

การหมัก (Curing) คือ การใช้เกลือแกงกับเนื้อสัตว์ เพื่อถนอมหรือเก็บรักษาเนื้อสัตว์ให้นานขึ้นกว่าเดิม ต่อมาเมื่อมีการใช้ตู้เย็นกันอย่างแพร่หลายในครัวเรือน จึงได้เน้นหนักไปที่การยืดอายุเก็บรักษาควบคู่ไปด้วย เพื่อรสชาติอันเป็นผลิตผลของการแปรรูปเนื้อสัตว์ ดังนั้น ความหมายของการหมักในปัจจุบัน จึงหมายถึงการใช้เกลือเป็นส่วนประกอบเพื่อสร้างสีและ เครื่องปรุงรส (seasoning) ในเนื้อสัตว์ เพื่อทำให้เกิดคุณสมบัติพิเศษของผลิตภัณฑ์ การหมักจึงใช้เกลือในอัตราความเข้มข้นที่สูงพอสำหรับยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อ เท่านั้น โดยที่เกลือจะทำหน้าที่หยุดยั้งการเน่าเสียได้ โดยการไปลดปริมาณน้ำที่แบคทีเรียจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ แต่เนื่องจากการใช้เกลือในระดับสูงเกินไปนั้น อาจทำให้สารสีไมโอโกลบิน เกิดออกซิไดส์ เป็นผลให้เนื้อมีสีไม่น่ารับประทาน ดังนั้นการใช้ดินประสิว เพื่อสร้างสีแดงที่ถาวร จึงมีความจำเป็นที่ควบคู่กันไปด้วย (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529)

การหมัก เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์ย่อยสลายสารคาร์โบไฮเดรตหรือสารอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันภายใต้สภาพที่มีหรือไม่มีอากาศ เช่นการเปลี่ยนน้ำตาลแลกโทส เป็นกรดแล็กติคโดยแบคทีเรียชนิดหนึ่ง (*streptococcus lactis*) ภายใต้สภาพที่มีอากาศ (หน่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมศิลปกรรมท้องถิ่นจังหวัดนครสวรรค์, 2544)

การดอง (pickling) คือ การใช้สารช่วยในการดอง เพื่อให้ผักผลไม้กรอบรสชาติดี เช่น ใช้สารส้มคนกับน้ำเกลือแช่ผัก จะช่วยให้ผักที่ดองกรอบและอร่อยขึ้น ส่วนการดองผลไม้ นิยมแช่น้ำปูนก่อนดอง เพื่อช่วยให้ผลไม้กรอบและอร่อยขึ้น น้ำที่ใช้ดองจะมีส่วนผสมของเกลือ น้ำส้ม น้ำตาล จะใช้อย่างเดียวหรือสองหรือสามอย่าง หรือจะเพิ่มเติมส่วนอื่น ๆ ลงไปก็ได้ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ดอง ผักและผลไม้ที่ดองเสร็จแล้วจะมีรสเค็มอย่างเดียว หรือเค็มหวาน หรือมีทั้งสามรส คือ เปรี้ยว เค็ม หวาน ก็ได้ แต่ในการทำผักผลไม้ดองส่วนใหญ่ มักจะมีรสเปรี้ยวเกิดขึ้นโดยไม่ได้เติมน้ำส้มลงไป รสเปรี้ยวนี้เป็นรสเปรี้ยวของกรดแล็กติค ซึ่งเกิดจากการกระทำของเชื้อแบคทีเรียที่ผลิตกรดแล็กติค นั่นเอง แบคทีเรียกลุ่มนี้บางชนิดสามารถทนต่อความเข้มข้นของเกลือที่ใช้ในการดองได้ เช่น *Leuconostoc* spp. และ *Pediococcus cerevisiae* (สมเพียร จิรชัย, 2542)

การหมักดอง (fermentation) หมายถึง การเดือด ซึ่งได้มาจากลักษณะของฟองแก๊สที่เกิดขึ้นคล้ายกับน้ำเดือด เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของโมเลกุลของสารซึ่งเปลี่ยนทั้งสภาวะกายภาพ ชีวภาพของสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรตหรือสารประกอบอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน สภาพดังกล่าวนี้ อาจจะเกิดได้ทั้งภายใต้สภาพที่มีออกซิเจน (aerobic) และปลอดออกซิเจน (anaerobic) ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนเอทิลแอลกอฮอล์เป็นกรดน้ำส้ม (acetic acid) เป็นกรดแล็กติค (lactic acid) โดยเชื้อ Acetobacter เป็นสภาพที่มีออกซิเจน แต่การเปลี่ยนน้ำตาลแล็กโทส (lactose)

เป็นกรดแล็กติค (lactic acid) โดยเชื้อ *Streptococcus* sp. เป็นสภาพที่ปลอดออกซิเจน (สายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2521)

การหมักดอง หมายถึง อาหารที่ผ่านการหมักในน้ำเกลือ น้ำตาล หรือน้ำเกลือผสมน้ำตาล แล้วมีจุลินทรีย์เข้ามาเจริญเติบโต จะสร้างสารบางชนิดเพื่อรักษาอาหารนั้น ขณะเดียวกันก็ทำให้อาหารมีรส กลิ่นหอมน่ารับประทาน (วิชัย หฤทัยธนาสันต์, 2521) ดังนั้น คำว่า ดอง หมัก และ หมักดอง จึงไม่สามารถแยกได้อย่างชัดเจน เช่น ผักกาดดองเปรี้ยว ใช้คำว่า ดอง แต่วิธีทำเป็นการหมัก ทำให้เกิดกรดแล็กติค เป็นต้น (สมเพียร จิรชัย, 2542)

การหมักดอง (fermentation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของโมเลกุลของสารซึ่งเป็นทั้งสภาวะกายภาพ ชีวภาพของสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรต หรือสารประกอบอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยปฏิกิริยาของเอนไซม์ สภาพดังกล่าวนี้อาจจะเกิดขึ้นได้ทั้งภายใต้สภาพที่มีออกซิเจน และไม่มีออกซิเจน

ทฤษฎีการหมักดอง

หลุยส์ ปาสเตอร์ ได้ให้คำจำกัดความว่า การหมักดอง เป็นกระบวนการดำรงชีวิตซึ่งสามารถสร้างพลังงานเองได้ในสภาวะที่ไม่มีอากาศ ในปัจจุบันนี้นักวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายของการหมักดองที่กว้างขวางขึ้น โดยเน้นว่า การหมักเป็นกระบวนการแปรสภาพทางชีวเคมี ซึ่งเกิดขึ้นจากการทำงานของเอนไซม์ที่สร้างขึ้น โดยจุลินทรีย์ ดังนั้น ขบวนการหมักในอุตสาหกรรมจึงเป็นขบวนการทางชีวเคมีโดยที่การเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์สารเกิดขึ้นจากการทำงานของเอนไซม์ที่สร้างขึ้นโดยจุลินทรีย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นประโยชน์หรือมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ทั้งนี้ การหมักอาจเกิดขึ้นในสภาวะที่มีการให้อากาศเต็มที่หรือให้อากาศเพียงเล็กน้อย หรือปราศจากอากาศ และผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจเกิดจากการสังเคราะห์หรือการย่อยสลายทางชีวเคมี ขบวนการหมักในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ จะต้องใช้เทคโนโลยีสูงในการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ในขบวนการผลิต ตลอดจนคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้จากวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ด้านจุลชีววิทยา ชีวเคมี วิศวกรรมศาสตร์ เคมีฟิสิกกัล สรีรวิทยา พันธุศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อนำมาดำเนินการในการเลี้ยงจุลินทรีย์ในสภาวะที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ และเป็นที่ต้องการของมนุษย์ในระดับอุตสาหกรรม รวมถึงคุณค่าทางเศรษฐกิจด้วย (หน่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมศิลปกรรมท้องถิ่นจังหวัดนครสวรรค์, 2544)

ประเภทของการหมักดอง

การหมักดองอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การหมักที่ทำให้เกิดแอลกอฮอล์ (Alcoholic Fermentation) การหมักที่ทำให้เกิดกรดอาซิติค (Acetic Acid Fermentation) การหมักที่ทำให้เกิดกรดแล็กติค (Lactic Acid Fermentation) (วัฒนา ประทุมสินธุ์, 2514) และการหมักประเภทอื่น ๆ (สมเพียร จิรชัย, 2542)

1. การหมักที่ทำให้เกิดแอลกอฮอล์ (Alcoholic Fermentation)

การหมักแบบนี้อาศัยยีสต์เป็นส่วนใหญ่ ในการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ และมักจะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ขึ้นพร้อม ๆ กับแอลกอฮอล์ด้วย

1.1 ชนิดของยีสต์และการทำงาน ยีสต์มีอยู่มากมายหลายชนิดในธรรมชาติ โดยเฉพาะบนผิวผลไม้ เช่น บนผิวองุ่น ฉะนั้น ถ้าเราหมักองุ่นไว้ ยีสต์ตามผิวนอกขององุ่นก็จะเปลี่ยน น้ำตาลในองุ่นให้เป็นแอลกอฮอล์ แต่ยีสต์ที่มีอยู่ตามธรรมชาตินั้น มีบางชนิด เช่น ยีสต์ป่า (wild yeast) ที่จะทำให้แอลกอฮอล์มีกลิ่นและรสไม่ดี และจะทำให้ไม่ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ตามที่ควร ฉะนั้น เพื่อจะให้การหมักได้ผลดี จึงต้องใส่พันธุ์ที่เหมาะสมเป็นตัวนำการหมัก ซึ่งเรียกว่า ยีสต์นำ (yeast starter) ยีสต์นำที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต แอลกอฮอล์จากน้ำผลไม้ คือ *Saccharomyces ellipsoideus* ซึ่งจะทำปฏิกิริยา ดังสมการต่อไปนี้

$$C_6H_{12}O_6 + \textit{Saccharomyces ellipsoideus} \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

น้ำตาล + ยีสต์ ⟶ แอลกอฮอล์ + คาร์บอนไดออกไซด์

1.2 อุณหภูมิและระยะเวลาของการหมัก อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของยีสต์นี้คือ ระหว่าง 35 – 38 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของห้องหมักควรอยู่ระหว่าง 33 – 42 องศาเซลเซียส ถ้าสูงกว่านี้มาก คือเกิน 47 องศาเซลเซียส ยีสต์จะหยุดการเจริญเติบโต และจุลินทรีย์อื่นอาจเจริญแทรกเข้ามาได้ การหมักจะสมบูรณ์ภายในประมาณ 2 สัปดาห์ โดยสังเกตได้จากไม่มีฟองแก๊สและน้ำตาลถูกเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ จึงไม่มีรสหวาน เรียกว่า แห้ง (Dry) ฉะนั้นถ้าต้องการให้มีรสหวาน ก็ต้องยุติการทำงานของยีสต์ก่อนที่น้ำตาลจะหมด โดยการให้ความร้อนขนาดต่ำ หรือเติมน้ำตาลอีกภายหลัง

1.3 ปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิด ปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นโดยวิธีการหมักแบบนี้จะได้ประมาณ ร้อยละ 12 – 16 เพราะถ้าเกินกว่านี้ยีสต์จะหยุดทำงาน เครื่องดื่มที่ต้องการแอลกอฮอล์สูงกว่านี้ จะต้องเติมแอลกอฮอล์ลงไป

1.4 ผลผลิตที่ได้จากการหมักแบบนี้ที่สำคัญ ได้แก่ เหล้าไวน์ และเบียร์

2. การหมักที่ทำให้เกิดกรดอาซิติค (Acetic Acid Fermentation)

2.1 จุลินทรีย์ที่ใช้และการทำงาน ขบวนการนี้มักเกิดต่อเนื่องจากขบวนการแรก คือ เมื่อเกิดแอลกอฮล์แล้ว ถ้ามีออกซิเจนอยู่มาก แอลกอฮอล์จะถูกเปลี่ยนเป็นกรดโดยแบคทีเรีย ซึ่งมักเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ แต่การเกิดกรดนี้จะเป็นไปด้วยดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรีย ฉะนั้นเพื่อที่จะให้ได้ผลิตผลที่ดี จึงมักใส่แบคทีเรียตัวนำ (Starter) ลงไปในการหมัก แบคทีเรียที่เป็นตัวนำที่ดีที่สุดคือ *Acetobacter aceti* ซึ่งจะทำให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลง ดังสมการต่อไปนี้

C_2H_5OH + O_2 + *Acetobacter aceti* ⟶ CH_3COOH + H_2O

แอลกอฮอล์ + ออกซิเจน + แบคทีเรียน้ำส้ม ⟶ กรดอาซิติค + น้ำ

2.2 อุณหภูมิที่เหมาะสม อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญของแบคทีเรียนี้ อยู่ระหว่าง 32 – 45 องศาเซลเซียส ถ้าสูงกว่านี้แบคทีเรียจะไม่เจริญเท่าที่ควร และจุลินทรีย์อื่นอาจเจริญแทรกเข้ามาด้วย

2.3 ผลิตภัณฑ์ การหมักประเภทนี้ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น น้ำส้มสายชู

3. การหมักที่ทำให้เกิดกรดแล็กติค (Lactic Acid Fermentation)

3.1 จุลินทรีย์ที่ใช้และการทำงาน ขบวนการนี้เป็นขบวนการที่เกิดกับการหมักดองอาหารส่วนใหญ่ โดยอาศัยแล็กติคแอสิดแบคทีเรียและรา ซึ่งมีอยู่มากมายหลายชนิด แต่ละชนิดเหมาะสำหรับการหมักดองอาหารแต่ละชนิด แต่ผลผลิตจะเหมือนกัน คือ ทำให้เกิดกรดแล็กติค นอกจากนั้นอาจจะเกิดสารอื่นได้ด้วย เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ แอลกอฮอล์ กรดอาซิติค และกลีเซอรอล (glycerol)

แล็กติคแอสิดแบคทีเรีย และราทำการเปลี่ยนน้ำตาลในนม แป้งและน้ำตาลในผลไม้และผัก ให้เป็นกรดแล็กติค ซึ่งสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อื่น ที่จะทำให้อาหารเสีย แต่บางครั้งก็อาจมียีสต์และราบางชนิดเจริญได้ จึงต้องพยายามควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้พอเหมาะกับจุลินทรีย์ที่เราต้องการให้เจริญ และเป็นการป้องกันจุลินทรีย์ที่เราไม่ต้องการ

3.2 วิธีการหมักให้เกิดกรดแล็กติค การหมักเหมือนกับยีสต์ แล็กติคแอสิดแบคทีเรียมีอยู่ในอาหารต่าง ๆ ตามธรรมชาติ โดยเฉพาะในผักและผลไม้ ในการหมักหรือดองผักและผลไม้ส่วนใหญ่จึงทำได้โดยง่าย โดยการดองในน้ำเกลืออ่อน ๆ เช่น ประมาณ ร้อยละ 10 ซึ่งเพียงพอที่จะป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์อื่นที่จะทำให้อาหารเสีย แต่จะไม่ขัดขวางการเจริญของแล็กติคแอสิดแบคทีเรีย ปริมาณความเข้มข้นของน้ำเกลืออาจจะต้องมีการเพิ่มขึ้นบ้างระหว่างการดอง แล้วแต่ความเหมาะสมของอาหารแต่ละชนิด เช่น เพิ่มขึ้นถึง ร้อยละ 15 สำหรับแตงกวาดอง การใช้น้ำเกลือที่เข้มข้นมากเกินไป จะขจัดการเจริญของจุลินทรีย์ทุกชนิด จึงจะไม่ทำให้เกิดกรดแล็กติค และอาหารจะเหี่ยวและเค็มมาก

3.3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่น ผักดองเปรี้ยว ผลไม้ดองเปรี้ยว เป็นต้น

4. การหมักอื่น ๆ

การหมักอื่น ๆ เช่น เต้าหู้ยี้ เต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว น้ำปลา กะปิ เนยแข็ง บูดู ไตปลา ปลาร้า ปลาเจ่า ปลาจ่อม ส้มฟัก ผงชูรส ปลาส้ม เค็มหมักนัท และกิมจิ (สมเพียร จิรชัย, 2542)

นอกจากนี้ สมเพียร จิรชัย (2542) แบ่งประเภทของการหมักดองออกเป็น 2 ประเภท คือ

4.1 การหมักดองที่ทำให้อาหารมีรสชาติต่าง ๆ ตามส่วนผสมของสารที่มีอยู่ในน้ำดองนั้น การดองวิธีนี้ไม่ต้องใช้เอนไซม์ เช่น มะม่วงดอง มะนาวดอง ขิงดอง ไข่เค็ม เป็นต้น

4.2 การหมักดองที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งต้องอาศัยเอนไซม์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เช่น ไวน์ น้ำส้มสายชูหมัก นมเปรี้ยว เป็นต้น

กรรมวิธีในการหมักดอง

สมเพียร จิรชัย (2542) รายงานว่า ในการหมักดองนั้น สามารถกระทำได้ 3 ระดับ คือ

1. การหมักโดยไม่ต้องใช้องค์ประกอบใด ๆ เช่น การหมักที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

2. การหมักโดยเติมสารปรุงแต่งหรือสารประกอบอาหารบางอย่าง เช่น เกลือ น้ำซาวข้าว น้ำมะพร้าว ซึ่งหาได้โดยง่าย ไม่สิ้นเปลือง และยังช่วยถนอมอาหารให้เก็บไว้ได้นานยิ่งขึ้น

3. การใช้จุลินทรีย์ที่เหมาะสมเพาะลงในอาหาร การเจริญของจุลินทรีย์ที่เพาะ จะช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์อื่นที่ไม่พึงปรารถนา เช่น การใช้ราในการทำเต้าเจี้ยว ซีอิ๊วและเต้าหู้ยี้จากถั่วเหลือง ซึ่งจะทำให้เกิดลักษณะสี กลิ่น รส เป็นที่นิยมของคนทั่วไป และยังป้องกันมิให้จุลินทรีย์อื่น ๆ เจริญได้ด้วย

ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักดอง

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการหมักดองจะมีคุณลักษณะหรือมีคุณภาพเพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้

1. วัตถุดิบจะต้องมีความสด ไม่ช้ำ ไม่เน่า และไม่มีสิ่งปลอมปน จึงจะทำให้ผลิตภัณฑ์จากการหมักดองมีคุณภาพ

2. จุลินทรีย์ในการหมักดอง ควรเลือกจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการหมักสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ซึ่งคุณสมบัติของจุลินทรีย์ ได้แก่

2.1 เจริญได้ดีในอาหารที่ต้องการหมัก

2.2 เพิ่มจำนวนเซลล์ได้ปริมาณมากและใช้ระยะเวลาอันสั้น

2.3 สร้างเอนไซม์ได้รวดเร็วและปริมาณมากพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้

2.4 สามารถเจริญได้ดีแม้ว่าสภาพแวดล้อมจะเปลี่ยนแปลงไปบ้าง

2.5 มีคุณสมบัติคงตัว เช่น พวกที่สร้างกรดแล็กติค หรือสร้างแอลกอฮล์ก็สร้างได้ตลอดไป

3. ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการหมัก ได้แก่

3.1 ความเป็นกรด – ด่าง การควบคุมความเป็นกรด ด่าง จะช่วยควบคุมทั้งชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ เพราะ ความเป็นกรด ด่างที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะต่างกัน

3.2 สารอาหารที่จุลินทรีย์ใช้เป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งจุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการสารอาหารต่างกัน เช่น ในน้ำนมมีน้ำตาลที่จุลินทรีย์พวก แล็กติคแอสิคแบคทีเรีย สามารถเจริญได้เท่านั้น หรือ ถ้าอาหารนั้นมีโครงสร้างเป็น Cellulose ก็จะมีเฉพาะจุลินทรีย์ที่สร้าง Cellulase เท่านั้นที่ใช้ประโยชน์ได้

3.3 ปริมาณออกซิเจน การหมักจะเกิดได้ในสภาพที่มีออกซิเจน หรือไม่มีออกซิเจน ความต้องการออกซิเจนต่างกันตามชนิดของการหมัก เช่น ในยีสต์เมื่อมีออกซิเจน ปริมาณสูง จะสร้างเซลล์ และได้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ แต่ถ้ามีปริมาณออกซิเจนต่ำ จะสร้างแอลกอฮอล์ เป็นต้น

3.4 อุณหภูมิ จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการอุณหภูมิในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ดังนั้น อุณหภูมิในการหมักดอง ก็จะเป็นตัวเลือกจุลินทรีย์ เช่นกัน

3.5 ปริมาณเกลือ ปริมาณเกลือมีผลในการเลือกชนิดของจุลินทรีย์ ที่สามารถเจริญได้ ในการหมักถ้าใช้ปริมาณเกลือสูงมากพวกจุลินทรีย์ที่ชอบเค็มจะเจริญเติบโตได้ดี จึงสามารถใช้เกลือเป็นตัวควบคุมปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์ได้

การเลือกกรรมวิธีการหมักดอง

การเลือกวิธีการหมักดอง จะเลือกวิธีใดในการหมักดอง ย่อมขึ้นกับลักษณะผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการ เครื่องอำนวยความสะดวกในการเตรียมและทำ และขึ้นกับชนิดของอาหารที่จะนำมาทำอีกด้วย ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการเลือก ดังนี้ (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2522)

1. ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ในการดองผัก อาจใช้วิธีการหมักหรือใช้วิธีการดองในน้ำส้ม ย่อมขึ้นกับว่าเราต้องการหรือชอบรสชาติอย่างไร ในการดองผักถ้าใช้วิธีการหมักจะทำให้สี รสชาติ เนื้อสัมผัส ต่างจากที่ดองด้วยน้ำส้ม

2. เครื่องอำนวยความสะดวก การดองแบบเปรี้ยวโดยการหมักนั้น จะประสบความสำเร็จได้ยาก ถ้าไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการที่จะควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ เช่น ในการทำกะหล่ำปลีหมักเปรี้ยวจะต้องใช้อุณหภูมิ 21 – 24 องศาเซลเซียส เพื่อเร่งขบวนการหมักให้เกิดกรดแล็กติค และถ้าสภาวะอื่น ๆ เป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสม เราก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้ เช่น ที่ 15 องศาเซลเซียส ขบวนการหมักจะเป็นไปอย่างช้า ๆ และถ้าอุณหภูมิสูงเหนือกว่า 26 – 29 องศาเซลเซียส การหมักที่เกิดขึ้นนั้นก็จะผิดไปจากปกติ

3. อุปกรณ์ที่จำเป็น แม้ว่าบางครั้งอาจต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้เป็นพิเศษในการทำผักดอง แต่โดยทั่วไป อาจใช้อุปกรณ์ในการเตรียมอาหารธรรมดา ก็ได้ อุปกรณ์ที่จำเป็น ได้แก่ ตาชั่ง เครื่องวัดความเข้มข้นของน้ำเกลือ ภาชนะที่ใส่จะต้องเป็นเครื่องเคลือบ ไม่ควรใช้ภาชนะทองแดง เพราะทองแดงสามารถจะทำปฏิกิริยากับน้ำส้มเกิดเกลือ copper acetate ซึ่งจะมีผลต่อรสและเป็นอันตรายด้วย และในการเก็บรักษาอาหารหมักดอง ควรเก็บในภาชนะที่เป็นแก้วมีฝาปิด นอกจากนี้ อุปกรณ์ที่จำเป็นอีกอย่างก็คือ เครื่องต้มน้ำ เพราะหากว่าต้องการเก็บอาหารหมักดองไว้นาน ควรที่จะมีการต้มฆ่าเชื้อเสียก่อน

4. วิธีที่เหมาะจะเตรียมอาหารนั้น ๆ ในการเตรียมผักหรือผลไม้ก่อนการหมักดองก็จะต้องมีหลักเฉพาะของอาหารแต่ละชนิด เช่น ผัก ควรเคล้ากับเกลือหรือแช่ในน้ำเกลือ หรือใช้เกลือแห้ง ในกรณีที่ผักมีน้ำมาก เพราะเกลือจะช่วยดึงน้ำออกจากผักทำให้ผักแน่น ผลไม้เนื้อแน่น

เช่น มะนาว ต้องนึ่งหรือลวกในน้ำหรือในน้ำเชื่อมที่จะดองอย่างเจือจางก่อน ผลไม้เนื้ออ่อนอาจใส่ลงในน้ำเชื่อมได้โดยตรง การทำเช่นนี้เป็นการดึงน้ำออกจากผัก ผลไม้ ช่วยทำให้การดองได้ผลดีขึ้น

การเปลี่ยนแปลงของอาหารเมื่อผ่านกระบวนการหมักดอง

ปฏิกิริยาการหมักทำให้อาหารเปลี่ยนไปมากทั้งทางด้านเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และลักษณะที่ปรากฏ ของอาหาร อย่างไรก็ตามอาหารที่ผ่านการหมักดองนั้น จะเป็นที่ยอมรับกันว่ากลิ่นและรสดี ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เช่นผักดอง เบียร์ และเหล้าไวน์ อาหารบางชนิดอาจจะมีกลิ่นและรสดีมาก สามารถนำไปประกอบอาหารได้ เช่น น้ำส้มสายชู น้ำปลา ซีอิ๊ว เป็นต้น จุลินทรีย์บางชนิดเท่านั้นที่สามารถทำให้เกิดการหมักดอง จุลินทรีย์เหล่านี้จะย่อยสารต่าง ๆ ด้วยเอนไซม์ที่มีอยู่ในเซลล์ และเอนไซม์นี้จะทำปฏิกิริยาหลายขั้นตอนย่อยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นสารประกอบหลายชนิด และสารนี้จะรวมกันเป็นกลิ่นรสของอาหารนั้น ๆ จะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอาหารนั้น แบ่งได้เป็นจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายโปรตีน ย่อยสลายไขมัน และย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โดยทั่วไปการย่อยสลายโปรตีนนั้นจะทำให้เกิดการเน่าเหม็น และย่อยสลายไขมัน จะมีกลิ่นเหม็นหืนและกลิ่นคาว ขณะเดียวกันการย่อยสารคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่จะได้แอลกอฮอล์ แก๊ส และกรด ซึ่งการย่อยสารประกอบทั้งสามประเภทนี้ถ้าเกิดอัตราที่เหมาะสมแล้ว จะทำให้คุณภาพทางกลิ่นรสของอาหารเสียไป แต่จะช่วยเพิ่มกลิ่นรสที่ดีและแปลกใหม่ให้กับอาหารอีกด้วย เช่น การทำเนยแข็ง จะได้กรดแล็กติคเป็นส่วนใหญ่ แต่กรดแล็กติคอย่างเดียว ไม่ช่วยให้เกิดกลิ่น ผลพลอยได้จากการย่อยสลายของโปรตีนและไขมันในนมรวมอยู่ด้วย จึงทำให้เกิดกลิ่นเนยแข็งที่ดี

ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของอาหารซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์ แสดงได้ดังนี้

น้ำตาล + เชื้อยีสต์ Saccharomyces ⟶ แอลกอฮอล์ + แก๊ส (ไวน์)

แอลกอฮอล์ + ออกซิเจน + เชื้อ Acetobacter ⟶ กรดน้ำส้ม + น้ำ (น้ำส้มสายชู)

น้ำตาล + เชื้อ Streptococcus ⟶ กรดแลคติค (นมเปรี้ยว)

การหมักน้ำปลาทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะตัว ซึ่งได้มาจากการแตกตัวของโปรตีนในเนื้อปลา ซึ่งอาจเป็นเอนไซม์พวกแบคทีเรีย เช่น *Micrococci* spp., *Bacillus* spp., *Achromobacter* spp. และ *Flavobacteria* spp. ซึ่งกลิ่นดังกล่าวเป็นกลิ่นของกรด formic, acetic, propionic และ isobutyric acid

ประโยชน์ของการหมักดอง

ประโยชน์ของการหมักดอง จำแนกได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. การหมักทำให้อาหารอยู่ในรูปที่ดูดซึมได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะรายที่เป็นโรคขาดอาหารอย่างรุนแรง เนื่องจากการหมักเป็นการย่อยสลายสารอาหารโมเลกุลใหญ่ให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลง เช่น โปรตีน ถูกย่อยสลายให้เป็นกรดอะมิโน เป็นต้น

2. ทำให้อาหารมีกลิ่นและรสที่ดี และแตกต่างกันออกไป เช่น น้ำปลา กะปิ เป็นต้น

3. ทำให้เกิดอาหารชนิดใหม่หลายชนิด เช่น แอลกอฮอล์ และน้ำส้มสายชู เกิดจากการหมักอาหารแป้งและน้ำตาล

4. เสริมคุณค่าทางอาหารและทางโภชนาการ เช่น การหมักปลาหรือสัตว์น้ำ เป็นน้ำปลา กะปิ ปลาร้า ปลาจ่อม เป็นต้น

5. อาหารหมักสามารถเก็บไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้อง ไม่ต้องเก็บที่อุณหภูมิต่ำ

6. กระบวนการผลิตอาหารหมัก ไม่ต้องอาศัยเครื่องมือ เครื่องใช้พิเศษ ทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำ

7. อาหารหมักต้องการความระมัดระวังในด้านการสุขาภิบาลน้อยกว่าการแปรรูปโดยวิธีอื่น ๆ เนื่องจากการใช้ปริมาณเกลือที่สูงก็จะช่วยในการกำจัดชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์อยู่แล้ว จึงไม่มีปัญหาเรื่องของแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง หรือเป็นอันตราย เช่น เชื้อ *Salmonella sp.* นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความปลอดภัยจากโรคอาหารเป็นพิษ เช่น อาหารหมักที่มี pH ต่ำกว่า 4.5 แบคทีเรียที่มีอันตราย เช่น คลอสตริเดียม โบทูลินัม (*Clostridium botulinum*) ไม่สามารถเจริญและสร้างสารพิษขึ้นได้ อาหารหมักจึงมีความปลอดภัยในการบริโภคระดับหนึ่ง

8. อาหารหมักบางชนิดเกิดพลังงานความร้อน และเกิดแก๊ส ที่สามารถนำไปทำเป็นแก๊สหุงต้มได้

9. มีประโยชน์ในการนำไปใช้ผลิตสารอาหารและยาปฏิชีวนะบางอย่างได้ เช่น

9.1 การผลิตเอนไซม์ เช่น อะไมเลส ซึ่งใช้ในการย่อยแป้ง ในกระบวนการผลิตเบียร์

9.2 การผลิตสารปฏิชีวนะ เช่น เพนนิซิลีน

9.3 การผลิตวิตามินบีสอง และวิตามินบีสิบสอง จากกระบวนการหมัก

9.4 การผลิตกรดอะมิโนไลซีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่สำคัญและจำเป็นต่อร่างกาย

คุณค่าทางโภชนาการของอาหารหมักดอง

อาหารที่ผ่านการหมักดองมีผลทำให้คาร์โบไฮเดรตถูกเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์หรือกรด แต่ยังมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูง

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์อาหารหมักดองชนิดต่าง ๆ

ชื่อผลิตภัณฑ์	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
ปลาร้า (ปลาช่อน)	57.39	17.95	6.62	18.60	-	-
ปลาร้า (ปลาหมอ)	60.56	11.00	5.40	20.84	3.75	6.24
ปลาร้า (ปลากระดี่)	61.18	11.85	3.61	20.89	2.60	7.11
ปลาเจ่า	47.49	16.66	30.03	4.16	1.29	4.07
ปลาจ่อม	61.64	15.03	8.01	6.97	2.13	2.99
ส้มฟัก	68.69	14.85	3.25	6.20	1.73	4.29
น้ำปลา (ปลาไส้ตัน)	76.63	2.12	0.76	3.33	0.53	7.31
น้ำปลา (ปลาหลังเขียว)	76.66	2.02	4.66	3.60	-	-
น้ำปลา (ปลาทูแขก)	70.96	1.96	4.31	5.12	1.22	0.405
กะปิ (เคย)	32.92	25.84	1.78	28.54	-	-
กะปิ (ปลา)	49.21	22.25	2.11	29.47	3.72	0.27

ที่มา : รายงานประจำปี 2528, กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง, มปป.

ตารางที่ 2 คุณค่าทางอาหารของน้ำปลาที่หมักจากปลาชนิดต่าง ๆ

คุณค่าทางอาหาร (ร้อยละ)	ชนิดปลา			
	ปลากะตัก	ปลาหลังเขียว	ปลาข้างเหลือง	ปลาแป้น
เกลือ	22.81	23.00	24.10	26.11
ความชื้น	76.63	74.66	70.69	76.16
โปรตีน	21.23	20.18	19.61	18.08
ไขมัน	0.76	4.66	4.31	2.07
เถ้า	3.33	3.60	5.12	3.69
แคลเซียม	0.53	-	1.22	0.51
ฟอสฟอรัส (mg%)	107.31	-	0.41	0.35
TMA mgN%	9.70	-	-	-
TVB mgN%	21.13	26.60	-	-
pH	5.70	5.70	5.90	6.00
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.21	1.22	1.23	1.27

ที่มา : ผ่องเพ็ญ รัตตกูล และคณะ, 2528

การบรรจุและการเก็บรักษาอาหารหมักดอง

เครื่องมือที่ใช้ในการหมักดอง มักนิยมหมักดองในภาชนะพวกเครื่องเคลือบ หรือกระเบื้องหรือโหลแก้ว เช่น หม้อเคลือบ โอ่งเคลือบ หรือไห ไม่นิยมภาชนะที่เป็นโลหะ เช่น อลูมิเนียม เพราะในขณะที่หมักดองนั้น จะมีกรดเกิดขึ้น ซึ่งกรดเหล่านี้จะทำปฏิกิริยากับโลหะ อาจทำให้เกิดพิษขึ้นในอาหารได้ ในการเก็บรักษาอาหารที่หมักดองเช่นกัน นิยมใช้เครื่องเคลือบและปิดฝาให้สนิท หรือนำเข้าตู้เย็น

การใช้สารเคมีในการผลิตปลาร้าพื้นเมือง

สารเคมีที่ใช้ในการผลิตปลาร้าพื้นเมือง มีเพียง 2 ชนิด คือ เกลือ และน้ำตาล ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

เกลือ

การใช้เกลือถนอมอาหารหรือการทำเค็มเป็นกรรมวิธีการถนอมอาหารโดยใช้เกลือเป็นหลัก เนื่องจากเกลือมีความเค็มจึงทำให้เกลือเป็นตัวช่วยในการกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ได้บ้าง แต่ก็ยังมีจุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีความเค็ม ดังนั้นอาหารที่ถนอมโดยการใช้เกลือ ก็ไม่จัดว่าปลอดภัยต่อผู้บริโภคทีเดียวนัก แต่การถนอมอาหารวิธีนี้ก็เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเกลือเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่าย และมีราคาถูก นอกจากนี้ยังมีกรรมวิธีการผลิตที่ไม่ยุ่งยากอีกด้วย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

เกลือแกงหรือเกลือ (โซเดียมคลอไรด์) เป็นสารกันบูดที่ใช้กันมานาน เกลือเป็นสารที่ให้กลิ่นและสามารถรักษาอาหารชนิดต่าง ๆ ได้ การใช้เกลืออาจจะใช้ที่ความเข้มข้นต่ำ คือประมาณร้อยละ 2 – 4 ร่วมกับอุณหภูมิต่ำ หรือใช้ร่วมกับกรด เพื่อยับยั้งการเจริญเติบของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย การถนอมอาหารจำพวกโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ ปลา และจำพวกผักดองต่าง ๆ จะใช้เกลือในกระบวนการหมัก ซึ่งการหมักนี้อาจมีการเติมสารอื่น เช่น ไนไตรท์ หรือไนเตรต และน้ำตาล เพื่อให้สีของอาหารหมักดีขึ้น หรือเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตของเชื้อจุลินทรีย์ (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

เกลือแกง จัดว่าเป็นสารที่ใช้ในการถนอมอาหารกันมาก่อนสารอื่น ใช้ผสมน้ำแข็งสำหรับแช่ปลา หรือของสด ทำให้เน่าเสียช้า ใช้ผสมน้ำล้างผัก ผลไม้ เพื่อความปลอดภัยจากอันตรายของยาฆ่าแมลงที่ติดมากับผัก ผลไม้ ใช้ถนอมอาหารโดยการทำเค็ม เพราะเกลือเป็นวัตถุกันเสีย อาหารที่เก็บโดยวิธีนี้จะต้องล้างให้สะอาด เคล้ากับเกลือ เพื่อให้เกลือซึมเข้าไปในเนื้ออาหาร ทับให้น้ำแห้งไปบ้าง ตัวอย่างอาหารพวกนี้ ได้แก่เต้าเจี้ยว ตังฉ่าย ซีเซ็กฉ่าย เป็นต้น (พูลสุข มณีสวัสดิ์, 2528) เกลือมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการ พบว่า เกลือที่ความเข้มข้นต่ำจะมีผลทางกระตุ้นจุลินทรีย์ ในขณะที่ความเข้มข้นสูง เกลือจะยับยั้งจุลินทรีย์ ช่วงความเข้มข้นดังกล่าว จะแตกต่างกันสำหรับจุลินทรีย์แต่ละชนิด เช่น เชื้อ *Pseudomonas* sp. ไม่สามารถเจริญได้

ที่น้ำเกลือเข้มข้นกว่าร้อยละ 5 ในขณะที่ *Micrococcus sp.* จะยังสามารถเจริญได้ เกลือเป็นสารทำลายแบคทีเรีย และยังได้แนะนำให้ใช้อัตราส่วนของเกลือต่อความชื้น หรือความเข้มข้นของน้ำเกลือในผลิตภัณฑ์สุดท้าย เป็นเครื่องวัดการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของเกลือที่ดีที่สุด เกลือเป็นสารพื้นฐานในส่วนผสมที่ใช้หมักเนื้อ เกลือจะไปทำให้เกิดการดึงน้ำออก ทำให้ความดันออสโมติกเปลี่ยน ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และจำกัดจำนวนแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสียด้วย (Ingram and Kitchell, 1967 : Jensen, 1954 : Kramlich และคณะ, 1973 อ้างโดย ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

Jensen, 1954 อ้างโดย ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532 ได้สรุปผลของระดับเกลือที่มีต่อการเจริญของจุลินทรีย์ไว้ว่า แบคทีเรียชนิดไม่ต้องการอากาศ จะหยุดการเจริญทันทีที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ ร้อยละ 5 ในขณะที่ระดับความเข้มข้นนี้จะมีผลน้อยมากต่อแบคทีเรียชนิดต้องการอากาศ การเจริญของแบคทีเรียส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 10 แม้ว่าจะมีแบคทีเรียบางพันธุ์ที่ทนต่อเกลือ สามารถเจริญได้ที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ ร้อยละ15

ประเภทของเกลือ

ถ้าแบ่งชนิดของเกลือตามแหล่งที่มาของเกลือ สามารถแบ่งประเภทของเกลือได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้ (Heid และ Joslyn, 1967 : Borgstorm, 1971 อ้างโดย ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

1.เกลือสมุทร

เกลือสมุทร เป็นเกลือที่ได้จากการทำนาเกลือตามแถบชายฝั่งติดทะเล โดยปล่อยให้น้ำทะเล ซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นเกลือเข้ามาในนาเกลือและกักไว้ แล้วปล่อยให้ระเหยน้ำออกจนความเข้มข้นได้ระดับหนึ่ง เกลือก็จะตกผลึก

2.เกลือสินเธาว์

เกลือสินเธาว์ เป็นเกลือที่ได้จากการทำเหมืองเกลือจากผลึกเกลือที่จับตัวเป็นก้อนเกลือขนาดใหญ่ตามธรรมชาติ ซึ่งเรียกว่า ส่าดิน การสกัดผลึกเกลือจากส่าดินนี้ ทำได้โดยการใช้น้ำละลายออกมา เกลือชนิดนี้ มีมากทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ มีข้อเสียคือขาดธาตุไอโอดีน ไม่เหมาะที่จะใช้เติมอาหารโดยตรง

3.เกลือทะเลสาบน้ำเค็ม

เกลือทะเลสาบน้ำเค็ม เป็นลักษณะของทะเลสาบหรือน้ำทะเลบางส่วนที่ถูกปิดกั้นไว้ แล้วปล่อยให้แสงแดดระเหยน้ำออกไป จนมีความเข้มข้นของเกลือสูง นอกจากนี้อาจได้จากการใช้น้ำหมุนเวียนเข้าไปยังแหล่งเกลือใต้ดิน แล้วทำให้น้ำระเหยไปจนมีความเข้มข้นของเกลือสูง

4.เกลือจากบ่อน้ำเกลือ

ภายใต้พื้นดินบางส่วนจะมีชั้นของเกลือที่เกิดจากเกลือสินเธาว์เกาะกันอยู่ การนำเกลือชนิดนั้นมาใช้ สามารถทำได้โดยการใช้น้ำละลายแล้วสูบขึ้นมาใช้อีกทีหนึ่ง น้ำเกลือที่ได้จะมี

เกลือในรูปที่ไม่บริสุทธิ์ มีสารอื่นปนอยู่ ฉะนั้น ก่อนที่จะนำไปบริโภคจะต้องมีการทำให้บริสุทธิ์เสียก่อน

เกลือที่นิยมใช้ในการบริโภค

เกลือที่ใช้ในการบริโภค หมายถึง ผลึกของสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ที่สะอาด และไม่มีสิ่งแปลกปลอมที่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค แบ่งเป็น 4 ชนิด คือ (อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล, 2544)

1.เกลือปรุงอาหาร หมายถึง เกลือบริโภคที่เป็นผลึกละเอียด ซึ่งทำให้บริสุทธิ์ขึ้น

2.เกลือโต๊ะ หมายถึง เกลือบริโภคที่เป็นผลึก ไม่จับกันเป็นก้อน สามารถทำให้ผลึกแยกออกจากกันได้ง่าย

3.เกลืออัดเม็ด หมายถึง เกลือบริโภคที่อัดเม็ดแล้ว

4.เกลืออุตสาหกรรมอาหาร หมายถึง เกลือบริโภคที่ใช้ในการประกอบอาหาร และอุตสาหกรรมอาหารทั่วไป

ความบริสุทธิ์ของเกลือกับการทำเค็ม

การแปรรูปโดยวิธีการทำเค็ม โดยทั่วไปนิยมใช้เกลือทะเล ซึ่งเกลือทะเลประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และส่วนประกอบอื่น ๆ โดยที่โซเดียมคลอไรด์เป็นผลึกสีขาว มีลักษณะเป็นรูปลูกบาศก์ เมื่อละลายในน้ำจะให้สารละลายที่มีรสเค็ม และสารละลายของเกลือมีลักษณะเป็นกลาง เกลือที่บริสุทธิ์จะดูดน้ำจากอากาศได้ประมาณ ร้อยละ 0.5 ของความชื้นในอากาศ ที่อุณหภูมิของห้อง น้ำเกลือเข้มข้นจะมีคุณสมบัติเป็นน้ำยา (antiseptic) เพราะสามารถดูดน้ำที่เชื้อจุลินทรีย์ต้องการออกจากของหรืออาหารที่อยู่ข้างเคียง ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกลือทะเล ในประเทศแคนาดา มีส่วนประกอบดังตารางที่.3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของเกลือ

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
Sodium chloride	97
Calcium sulfate	1.08
Magnesium chloride	0.30
Calcium chloride	0.24
Magnesium sulfate	0.17
Insoluble matters	0.40
Water	2.40

ที่มา : Beatty and Fougere, 1975 อ้างโดย ประเสริฐ สายสิทธิ์, 2514

สำหรับเกลือที่ใช้อยู่ในประเทศไทย มีโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณต่ำ ประมาณร้อยละ 88.86 ± 2.39

ความบริสุทธิ์ของเกลือมีผลต่อการทำผลิตภัณฑ์ หากเกลือมีความบริสุทธิ์ต่ำ จะเกิดผลกับผลิตภัณฑ์ ดังนี้ การซึมซาบของเกลือเข้าไปในเนื้อปลาช้า ทำให้เกิดการเน่าเสียของปลา ทำให้เกิดขบวนการเติมกาซออกซิเจนในไขมัน เนื่องจากมีโลหะหนักปนอยู่ด้วยและทำให้ลักษณะของเนื้อปลา กลิ่นรส ของปลาเค็มเสียไป (ประเสริฐ สายสิทธิ์, 2514)

กรรมวิธีการทำเค็ม

การทำเค็มโดยใช้เกลือ มีวิธีการหมักเกลือ 3 แบบ คือ การหมักแบบแห้ง การหมักด้วยน้ำเกลือ และการหมักแบบผสมระหว่างวิธีทั้งสอง สำหรับการหมักแบบแห้งจะไม่มีการเติมน้ำ การละลายของสารหมักเกิดขึ้นจากน้ำที่มาจากอาหารที่หมัก ในทางตรงกันข้าม การหมักแบบน้ำเกลือนี้จะใช้น้ำเกลือละลายสารหมัก แล้วนำอาหารแช่ในน้ำเกลือนี้จนกว่าน้ำเกลือจะเข้าไปในอาหารได้อย่างทั่วถึง สำหรับวิธีการผสมนั้น อาจเริ่มต้นการหมักแบบน้ำเกลือแล้วในขั้นสุดท้ายจึงใช้แบบหมักแห้ง หรืออาจจะกลับกันก็ได้ ชนิดของการหมักเกลือแบ่งได้ เป็น 3 แบบ ดังนี้ คือ (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

1. การหมักแบบแห้ง (dry salt curing) คือนำอาหารมาผสมกับเกลือ ปริมาณเกลือที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ ข้อสำคัญที่พึงคำนึงคือ ความสม่ำเสมอของการกระจายเกลือบนวัตถุดิบ ปกติเวลาที่ต้องใช้หมัก ประมาณ 7 – 10 วัน วัตถุดิบมีการสูญเสียน้ำหนักมาก การหมักแบบนี้อาจมีการเติมน้ำตาลหรือสารให้ความหวานนอกเหนือจากที่เติมไนไตรท์ ไนเตรท การหมักแบบนี้มีความปลอดภัย การเน่าเสียของอาหารเกิดขึ้นได้น้อยมาก มีลักษณะการทำง่าย แต่ผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้มีรสเค็มจัด สีไม่สวย และตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีรสเค็มจัดค่อนข้างมีน้อย

2. การหมักแบบน้ำเกลือหรือการดอง (wet curing or pickling curing) การหมักแบบนี้จะมีการละลายของส่วนผสมที่จะใช้ในการหมัก ส่วนผสมประกอบด้วย เกลือ และน้ำตาล หรืออาจเติมไนไตรท์ เมื่อส่วนผสมละลายแล้วจึงใส่อาหารลงไป การหมักแบบนี้ การหมักจะสม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์ไม่มีรสเค็มเกินไป และใช้แรงงานน้อยกว่า แต่อาหารเก็บได้ไม่นานเหมือนวิธีแรก การหมักแบบนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น

2.1 แบบหมักเจือจาง คือ น้ำเกลือที่ใช้หมักวัตถุดิบ จากเริ่มต้นจนสิ้นสุดจะเจือจางลงตามระยะเวลาของการหมัก

2.2 แบบหมักเข้มข้น คือ ความเข้มข้นของน้ำเกลือจะรักษาให้คงที่ตลอดเวลา โดยมีการเติมน้ำเกลืออยู่เสมอ ระยะเวลาการหมักจะสั้นกว่า

3. การหมักแบบฉีดเข้าเนื้อเยื่อ วิธีนี้จะใช้กับหมักแฮม โดยการใช้น้ำเกลือฉีดเข้าไปตามเนื้อเยื่อของเนื้อสัตว์ สำหรับน้ำหมักประกอบด้วย เกลือ น้ำตาล ไนไตรท์ ไนเตรท ละลายในน้ำ และโดยปกติจะมีการเติมฟอสเฟตที่มีสภาพเป็นด่างในน้ำเกลือนี้ด้วย เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิต วิธีนี้

เป็นวิธีที่รวดเร็วมาก ทั้งนี้เพราะว่าน้ำเกลือกระจายเข้าไปอย่างทั่วถึง ให้ผลผลิตสูง แต่วิธีนี้ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์บางชนิดเท่านั้น และต้องเก็บในที่เย็น

การซึมซาบของเกลือในเนื้อปลา

เกลือของแมกนีเซียม และแคลเซียม ที่เป็นองค์ประกอบในเกลือ มีผลโดยตรงต่อการซึมซาบของเกลือเข้าไปในเนื้อปลา ตัวอย่างเช่น ถ้าเกลือมีแมกนีเซียมคลอไรด์ปนอยู่ด้วย ร้อยละ 4.7 จะทำให้การซึมซาบของเกลือเข้าไปในเนื้อปลาช้าลงไป 2 วัน เต็ม ๆ ถ้ามีเกลือของแคลเซียมผสมกับเกลือของแมกนีเซียมอยู่ประมาณร้อยละ 5 ปลาที่ใส่เกลือจะมีลักษณะที่แข็งกระด้าง มีสีขาว และมีกลิ่นไม่ชวนรับประทาน

เมื่อใส่เกลือลงไปในเนื้อปลา เกลือจะเริ่มซึมซาบเข้าไปในเนื้อปลาทันทีที่ปลาถูกกับเกลือ ขณะเดียวกันน้ำในเนื้อปลาจะซึมออกมารอบ ๆ ตัวปลา ทำให้บริเวณรอบตัวปลามีความเข้มข้นน้อยกว่าน้ำเกลือ โดยการทำปฏิกิริยาของเกลือแบ่งได้เป็น 3 ระยะ ดังนี้ (Voskersensky, 1965 อ้างโดย ประเสริฐ สายสิทธิ์, 2514)

ระยะที่หนึ่ง ความดันออสโมซิสของเกลือสูงกว่าในเนื้อปลามาก ทำให้เกลือซึมเข้าไปในเนื้อปลาอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกันทำให้น้ำไหลออกจากเนื้อปลาด้วยความเร็วที่สูงกว่าปรากฏการณ์การแลกเปลี่ยนอันนี้ ทำให้ปลาที่ปริมาณเกลือเพิ่มมากขึ้นและมีน้ำน้อยลง ผลลัพท์คือน้ำหนักของปลาจะลดน้อยลงไป ในระยะนี้ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีเกิดขึ้นมากนัก และส่วนของเนื้อปลาที่อยู่ข้างในเกลือก็ยังซึมซาบเข้าไปไม่ถึงเต็มที่

ระยะที่สอง เป็นระยะที่อัตราการซึมซาบของน้ำเกลือจะมีค่าเท่า ๆ กับอัตราที่น้ำไหลออกจากตัวปลา ดังนั้นระยะนี้จึงไม่มีการสูญเสียน้ำหนักของปลาแต่อย่างใด ความเข้มข้นของเกลือในเนื้อปลาชั้นนอก จะมีค่าเท่ากับความเข้มข้นของน้ำเกลือ ดังนั้นการแลกเปลี่ยนเกลือกับน้ำจะไม่เกิดขึ้น แต่จะมีการถ่ายเทปริมาณของเกลือจากชั้นนอกเข้าไปสู่ชั้นในของเนื้อปลาต่อเมื่อปริมาณของเกลือในชั้นนอกของเนื้อปลาลดลง จึงจะเกิดการซึมซาบของเกลือเข้าไปในเนื้อปลาอีก

ระยะที่สาม เป็นระยะที่ปลากลับมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปริมาณของเกลือที่เข้าไปในเนื้อปลาจนทำให้ทุกส่วนในตัวปลามีปริมาณของเกลือเท่ากัน และเท่ากับปริมาณของเกลือในน้ำเกลือ ปลาจะหดตัวทำให้มีลักษณะทึบและมีความเค็มจัด

ถ้าเราหมักปลาทิ้งไว้นานขึ้นไปอีก เนื้อปลาจะกลับพองขึ้น สาเหตุนี้อาจจะเนื่องมาจากน้ำในรูปของการยึดเหนี่ยว เปลี่ยนสภาพเป็นน้ำอิสระ หรือการที่น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นในระยะหลังนี้ เพราะเกลือไปรวมตัวกับโปรตีนของเนื้อปลา จึงทำให้เกลือจากข้างนอกซึมเข้ามาแทนที่

ผลของเกลือต่อจุลินทรีย์และผลิตภัณฑ์อาหาร

ผลของเกลือที่มีต่อจุลินทรีย์และผลิตภัณฑ์อาหาร มีลักษณะเหมือนกับผลของการอบแห้ง คือ เกลือมีผลทำให้ค่า water activity (a_w) ของระบบลดลง ดังนั้นจึงทำให้สภาวะไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แต่เนื่องจากค่า water activity (a_w) ของสารละลาย

เกลืออิ่มตัวอยู่ในช่วง 0.75 และในขณะที่มีจุลินทรีย์จำนวนหนึ่งสามารถเจริญได้ที่ค่า water activity (a_w) ต่ำกว่านี้ ฉะนั้นจึงไม่เป็นที่แน่ใจว่าอาหารที่มีเกลืออยู่จะไม่ติดเชื้อจุลินทรีย์อีกถ้ามีการใช้เกลือเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 4 ค่า water activity (a_w) ของสารละลายเกลือ

ค่า water activity (a_w)	ปริมาณเกลือในสารละลาย (กรัมของเกลือต่อน้ำ 100 กรัม)
0.995	0.88
0.99	1.75
0.98	3.57
0.96	7.01
0.95	8.82
0.94	10.34
0.92	13.50
0.90	16.54
0.88	19.40
0.86	22.21
0.85	23.55
0.84	24.19
0.82	27.29
0.80	30.10
0.78	32.55
0.76	35.06
0.75	36.06

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ที่มา : Lueck, 1980 อ้างโดย ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532

สำหรับผลของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์สามารถสรุปได้ ดังนี้ (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

1.ลักษณะเนื้อสัมผัส เมื่อเกลือแพร่เข้าไปยังเนื้อเยื่ออาหาร เช่น ปลา เนื้อสัตว์ โปรตีน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอาหารประเภทนี้เกิดการจับตัวเป็นก้อน ซึ่งจะทำให้

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการหมักมีลักษณะเหนียว แข็ง ในการทำไส้กรอกแฟรงก์เฟอร์เตอร์ เมื่อใช้ปริมาณเกลือลดลง ร้อยละ 50 จะทำให้คุณภาพของลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกไม่เป็นที่พอใจ เกลือมีผลต่อการหดตัวของผลิตภัณฑ์ เมื่อใช้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ความบริสุทธิ์ของเกลือจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่ดี

2.กลิ่นรส แม้ว่าเป็นที่ยอมรับว่าเกลือจะมีผลต่อกลิ่นรสของอาหาร แต่ความบริสุทธิ์ของเกลือนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญต่อกลิ่นรส แคลเซียมและซัลเฟต กับปริมาณเล็กน้อยของแคลเซียมคลอไรด์และแมกนีเซียมคลอไรด์ จะทำให้เกิดรสขมในผลิตภัณฑ์ ระดับเกลือที่ยอมรับจากผู้บริโภคและระดับของเกลือที่ใช้ในการแปรรูปน้อยครั้งนักที่จะอยู่ในระดับเดียวกัน

แม้ว่าเกลือจะเป็นส่วนประกอบสำคัญที่มีผลต่อกลิ่นรสของอาหาร แต่เกลือก็เป็นตัวเหนี่ยวนำให้เกิดกลิ่นหืนได้ ทั้งนี้เนื่องจากความไม่บริสุทธิ์ของเกลือ

บทบาทของเกลือต่อการเกิดกลิ่นรสในเนื้อหมัก ยังไม่แจ่มแจ้งนัก เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างเกลือกับเนื้อ และหรือเนื้อเยื่อไขมัน

3.สี ปกติเกลือจะมีผลต่อการเกิดสีในผลิตภัณฑ์น้อยมาก เกลือที่มีแคลเซียมคลอไรด์อยู่ด้วย จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองอ่อน กลายเป็นสีขาวไป การรักษาสีของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะเนื้อสัตว์ปีก และปลา จะเติมเกลือของไนไตรท์หรือไนเตรทในระหว่างกระบวนการผลิต

ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำที่ผ่านการหมักเกลือจะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีทั้งของโปรตีน และไขมัน ในเนื้อปลา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ คือ องค์ประกอบเดิมของผลิตภัณฑ์ สารเจือปนในเกลือ อุณหภูมิ องค์ประกอบของเกลือ ปริมาณเกลือในเนื้อปลา (ประเสริฐ สายสิทธิ์, 2514)

ปลาที่มีปริมาณไขมันสูงเมื่อหมักเกลือได้ที่แล้ว จะมีลักษณะ กลิ่นและรส ดีกว่าปลาที่มีไขมันต่ำ การเลือกอุณหภูมิที่พอเหมาะสำหรับใช้หมักปลานั้นก็สุดแล้วแต่ชนิดของปลา และวิธีเลือกปลา ปลาที่มีไขมันสูง ในกระเพาะมีอาหารเต็ม และมีเกลือประมาณ ร้อยละ 8-10 ควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิ –2 ถึง 4 องศาเซลเซียส ปลาที่หมักและเก็บไว้ในอุณหภูมิดังกล่าวจะมีรสชาติดีกว่าปลาที่หมักในอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แต่ในบางกรณีอาจจะต้องใช้อุณหภูมิสูง เพื่อเป็นการเร่งปฏิกิริยาการหมักให้เร็วขึ้น

4.องค์ประกอบทางเคมี

4.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีนในผลิตภัณฑ์ปลาเค็ม โปรตีนที่มีอยู่ในตัวปลา เช่น actomyosin จะเปลี่ยนสภาพไปเมื่อถูกกับเกลือที่มีความเข้มข้นสูง ความสามารถในการละลายของโปรตีนชนิดนี้จะลดลงอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการใส่เกลือ และจะลดลงต่ำสุดหลังจากใส่เกลือได้ประมาณหนึ่งหรือสองสัปดาห์

4.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพของไขมันในผลิตภัณฑ์ปลาเค็ม คุณภาพของปลาเค็มนอกจากจะขึ้นอยู่กับโปรตีนแล้ว ยังขึ้นอยู่กับไขมันที่มีอยู่ในตัวปลาด้วย โดยทั่วไปเกลือไม่มี

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ความสามารถที่จะหยุดยั้งปฏิกิริยาของน้ำย่อย lipase และการสลายตัวของไขมันในปลาเค็มแตกต่างกันตามปริมาณของเกลือที่ใช้ ปลาที่ใช้เกลือน้อยจะให้ free fatty acids ออกมามากในระยะ 10 วันแรกของการใส่เกลือ นอกจากนี้พบว่า ไขมันที่ไม่อิ่มตัว ที่พบเสมอในเนื้อปลา อาจจะถูกเติมออกซิเจนได้ง่าย และจะเกิดสารประกอบ hydroperoxide และ hydrocarbon ที่ระเหยได้และระเหยไม่ได้ เช่น แอลกอฮอล์ อัลดีไฮด์ คีโตน และไฮดรอกซีแอซิด เป็นต้น สารประกอบเหล่านี้ทำให้ปลาเค็มมีกลิ่นและรสที่แตกต่างจากปลาสด

ผลของการบริโภคเกลือ

เกลือที่ใช้ในชีวิตประจำวันนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชีวิตมนุษย์ เนื่องจากในเกลือมีโซเดียม และคลอไรด์ ซึ่งร่างกายต้องการเพื่อรักษาระดับของความดันโลหิตและปริมาตรของโลหิต นอกจากนี้ โซเดียมและคลอไรด์ ยังเป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่เข้าออกของน้ำในร่างกาย และปริมาตรของของไหลภายในและภายนอกเซลล์ของร่างกาย นอกจากนี้ยังช่วยในกระบวนการเมตาโบลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน

คลอไรด์ไอออนนับว่ามีความจำเป็นซึ่งเกี่ยวข้องกับการรักษาความสมดุลของกรดด่าง เกลือยังช่วยกระตุ้นเอ็นไซม์จำเป็นบางชนิด และช่วยสร้างกรดเกลือในกระเพาะอาหาร ซึ่งจำเป็นต่อกระบวนการย่อยอาหาร

ร่างกายมีความต้องการโซเดียม ประมาณ วันละ 200 มก. หรือเท่ากับเกลือ 0.5 กรัม แต่อย่างไรก็ตาม ความต้องการเกลือของแต่ละคนจะไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาวะหลายอย่าง เช่น จำนวนกิจกรรมทางกายภาพ ปริมาณและส่วนประกอบของเหงื่อ สภาวะแวดล้อมและระดับความเคยชินกับอากาศ โดยทั่วไปการบริโภคเกลือของแต่ละคนจะมากกว่าความต้องการของร่างกาย ดังนั้นร่างกายจะไม่ค่อยขาดเกลือ

จากการศึกษา องค์ประกอบภายในร่างกาย พบว่า โซเดียม ร้อยละ 50 อยู่ที่ของเหลวของเซลล์ภายนอก อีกร้อยละ 10 อยู่ภายในเซลล์ และอีกร้อยละ 40 อยู่ในกระดูก ส่วนคลอไรด์ จะพบมากที่น้ำย่อยและของเหลวในร่างกาย

ถ้าร่างกายขาดเกลือจะแสดงอาการ ปวดหัว อ่อนแอ วิงเวียน ขาดความสนใจ ความจำแย่ลง และเบื่ออาหาร ในขณะที่มีมากไป ก็จะถูกขับออกทางปัสสาวะ เหงื่อ และอุจจาระเล็กน้อย แม้ว่าเกลือจะมีความสำคัญต่อการปฏิบัติหน้าที่ปกติของร่างกาย แต่ก็พบว่าผู้ป่วยที่เป็นความดันโลหิตสูงเมื่อรับประทานอาหารที่มีเกลือในปริมาณเล็กน้อย ความดันโลหิตของผู้ป่วยจะลดลง ในขณะที่ถ้ารับประทานอาหารที่มีเกลือเพิ่มขึ้น ความดันโลหิตจะสูงขึ้น (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

ว
664.028
ผ911ศ
ฉ.3
158552
14 พ.ค. 2553

น้ำตาล

การใช้น้ำตาลในอุตสาหกรรมมีลักษณะเหมือนกับครัวเรือน การใช้สารให้ความหวานชนิดมีคุณค่าทางอาหาร ใช้เพื่อความหวานเป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ อีกหลายอย่าง ซึ่งทำให้สารให้ความหวานชนิดมีคุณค่าทางอาหาร มีความสำคัญต่อการใช้ในอุตสาหกรรมและต่อการใช้ในครัวเรือน ที่สำคัญอันหนึ่งคือ เป็นสารกันบูด ซึ่งสามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น แยม เจลลี ซีรัพ และลูกกวาด นอกจากนี้สารให้ความหวานชนิดมีคุณค่าทางอาหารนี้ ยังเป็นแหล่งอาหารสำหรับเชื้อยีสต์ สารให้ความหวานชนิดมีคุณค่าทางอาหาร ยังจะให้ความเป็นโครงร่างในซีรัพ ลูกกวาด และขนมอบ (Michell, 1974 อ้างโดย ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532) ของผสมของสารให้ความหวาน จะให้คุณสมบัติทางหน้าที่ ซึ่งรวมถึงจุดเยือกแข็ง ความดันออสโมติก การควบคุมการตกผลึก และการควบคุมความหวาน

ประเภทของสารให้ความหวาน

สารให้ความหวานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ (Higginbotham, 1984 อ้างโดย ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

1.กลุ่มสมบูรณ์

กลุ่มสมบูรณ์ คือมีคุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของสารให้ความหวาน ที่สามารถใช้ได้โดยลำพังของสารเอง

2.สารให้ความหวานที่มีรสชาติไม่ปกติ

สารในกลุ่มนี้ไม่สามารถใช้ได้โดยลำพังของสารเอง แต่อาจให้คุณสมบัติอื่น ๆ เช่น สารคุณสมบัติการส่งเสริมกลิ่นรส เป็นต้น

ชนิดของสารให้ความหวาน

สารให้ความหวานมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทอาจให้ประโยชน์ต่อร่างกาย ดังนั้นสารให้ความหวานใด ๆ ที่สามารถให้แคลลอรี่หรือพลังงานอาหาร จัดเป็นสารให้ความหวานชนิดที่มีคุณค่าทางอาหาร ดังนั้น น้ำตาล ซีรัพ โมลาส น้ำตาลแอลกอฮอล์ และน้ำผึ้ง จึงจัดเป็นสารให้ความหวานชนิดที่มีคุณค่าทางอาหาร และสารเหล่านี้มักจะให้จำนวนแคลลอรี่ที่ใกล้เคียงกัน ถ้าไม่คำนึงถึงแหล่งของสารให้ความหวาน สำหรับสารที่ให้ความหวานที่สำคัญและนิยมใช้มากที่สุดในการถนอมและแปรรูปอาหาร ได้แก่ น้ำตาล สำหรับในบทนี้จะขอกล่าวถึงสารให้ความหวานที่นิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้ (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

1. น้ำตาลและสารให้ความหวานชนิดธรรมชาติ สารให้ความหวานชนิดนี้ ได้แก่

1.1 น้ำตาล ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลเกิดขึ้นได้อย่างกว้างขวางในธรรมชาติ เกิดในผัก ผลไม้ น้ำผึ้ง เลือด และนม

1.2 คาร์โบไฮเดรต ไม่ว่าจะเป็นแป้ง หรือเส้นใย หรือน้ำตาล จะแตกตัวเป็นน้ำตาลแบบง่าย ก่อนที่ร่างกายจะนำไปใช้ เช่น น้ำตาลกลูโคสและฟรักโทส

1.3 กลูโคส หรือเดกซ์โทรส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่สำคัญ พบในเลือด ผลไม้หลายชนิด และในผักต่าง ๆ เช่น มันฝรั่ง

1.4 ฟรักโทสหรือแลวูโลส หรือน้ำตาลผลไม้ เป็นน้ำตาลที่มีรสหวานที่สุดของน้ำตาลทุกชนิด พบในอาหารทั่ว ๆ ได้แก่ ผลไม้และน้ำผึ้ง เช่น ในองุ่น

1.5 ซูโครส เป็นน้ำตาลที่ใช้ประจำบ้านและอุตสาหกรรม และใช้กันมาตั้งแต่โบราณ ซูโครสเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสและฟรักโทส น้ำตาลซูโครสได้จากน้ำอ้อย หรือหัวบีท ทำให้เข้มข้นแล้วตกผลึกแล้วทำให้บริสุทธิ์ แต่ยังมีสารอินทรีย์อื่น ๆ และแร่ธาตุอื่น ๆ ด้วย

1.6 น้ำตาลผง หรือน้ำตาลสำหรับใช้ในการทำลูกกวาด เป็นน้ำตาลซูโครสอีกรูปหนึ่งที่ได้จากการบดผลึกน้ำตาล ปกติจะผสมกับแป้งร้อยละ 3 เพื่อป้องกันการจับกันเป็นก้อน น้ำตาลชนิดนี้ใช้สำหรับทำขนมปัง หรือใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการทำให้เป็นสารละลายในน้ำเย็นอย่างรวดเร็ว

1.7 แล็กโทส หรือน้ำตาลนม เป็นน้ำตาลที่พบในน้ำนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ปกติจะมีในน้ำนมมนุษย์ ประมาณร้อยละ 7.5 ในขณะที่น้ำนมวัวมีประมาณร้อยละ 4.5 เด็กและผู้ใหญ่บางคนไม่สามารถย่อยน้ำตาลแล็กโทสนี้เพราะขาดเอนไซม์ที่จะย่อยน้ำตาลชนิดนี้

1.8 น้ำผึ้ง เป็นสารให้ความหวานเข้มข้นสำคัญสำหรับมนุษย์ น้ำผึ้งที่มาจากแหล่งต่างกันจะมีคุณภาพต่างกันด้วย ไม่ว่าองค์ประกอบ กลิ่นรส น้ำตาลหลักที่พบในน้ำผึ้ง ประกอบด้วยฟรักโทส กลูโคส วิตามินและเกลือแร่เพียงเล็กน้อย

2. สารให้ความหวานจากข้าวโพด

การใช้สารให้ความหวานจากข้าวโพดในอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นอย่างมาก เช่น คอร์นซีรัพ ซึ่งในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 น้ำตาลขาดแคลน อุตสาหกรรมหลายอย่างใช้สารให้ความหวานจากข้าวโพดแทนซูโครส ปัจจุบัน จึงได้มีการใช้ของผสมระหว่างซูโครสและคอร์นซีรัพ หรือซูโครสและเดกซ์โทรส ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยไม่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ผิดไป หรือการยอมรับผิดไปแต่อย่างไร

คอร์นซีรัพมีรสหวานไม่เท่ากับซูโครส แต่มักจะใช้ร่วมกับน้ำตาลสำหรับการทำลูกกวาดและผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่า เป็นน้ำตาลที่สามารถใช้แทนน้ำตาลซูโครสในอุตสาหกรรมเบียร์ เครื่องดื่ม อาหารกระป๋อง และอาหารแมว ได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย

ปัจจุบันได้มีการผลิตคอร์นซีรัพออกจำหน่ายในชื่อทางการค้า เช่น ไอโซเมอโรส – 100 เป็นคอร์นซีรัพชนิดฟรักโทสสูง

3. สารให้ความหวานคาร์โบไฮเดรตชนิดใหม่

แม้ว่าสารกลุ่มนี้จะเป็นสารประกอบเคมีที่รู้จักกันมานาน แต่สารประกอบเหล่านี้ได้มีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบัน สารเหล่านี้จัดเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ หรือโพลีออล ซึ่งเกิดจากการรีดิวซ์คาร์โบไฮเดรตทางเคมี ได้แก่ ซอร์บิทอล แมนนิทอล มอลทิทอล และไซลิทอล ซึ่งสามารถใช้แทนน้ำตาลในอุตสาหกรรมสำคัญ ๆ และใช้เมื่อต้องการรส ประสาทสัมผัส และคุณสมบัติทางหน้าที่ ต่างกัน

4. สารให้ความหวานชนิดระดับความหวานสูง

สารให้ความหวานในกลุ่มนี้รู้จักกันดีในรูปของ ไซคลาเมต และขัณฑสกร

4.1 ไซคลาเมต คือ กรดไซคลามิก โซเดียมไซคลาเมต และแคลเซียมไซคลาเมต ทั้งโซเดียมไซคลาเมต และแคลเซียมไซคลาเมต อยู่ในรูปผลึกสีขาว และรูปเกล็ดผง ไม่มีรส และเมื่ออยู่ในรูปของสารละลาย จะมีความหวานเป็น 30 เท่าของซูโครส

4.2 ขัณฑสกร เป็นสารที่อยู่ในรูปของกรดเกลือ ใช้ในการผสมทำอาหารและเครื่องดื่ม ที่ใช้กันมากจะอยู่ในรูปของเกลือแคลเซียมและโซเดียม

4.3 อะซีซัลเฟม-เค สารนี้มีความหวานน้อยกว่าขัณฑสกร แต่มีความหวาน 130 – 150 เท่าของซูโครส แต่ที่ระดับความหวานสูง ๆ สารนี้จะให้กลิ่นรสที่ผิดไป มีรสขมและรสชาติสังเคราะห์

4.4 แอสพาร์เทม เป็นสารให้ความหวานแคลอรี่ต่ำที่มีคุณค่าทางอาหาร และยังช่วยทำให้กลิ่นรสของอาหารดีขึ้นด้วย โดยเฉพาะการใช้ในน้ำผลไม้ที่เป็นกรดสูง ๆ เช่น น้ำส้มชนิดต่าง ๆ น้ำมะนาว และน้ำองุ่น

4.5 ทอมาทิน หรือโปรตีนทาลิน เป็นโปรตีนหวานที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ สารนี้จะให้คุณภาพของรสหวานไม่เหมือนกับน้ำตาล สารนี้จะให้ความรู้สึกว่าหวานช้าและจะให้ผลหลังการชิมนานกว่า ทั้งนี้เพราะว่ามีน้ำหนักโมเลกุลมาก นอกจากนี้ยังช่วยในการเพิ่มกลิ่นรสให้สูงขึ้น จึงเป็นสารปรับปรุงกลิ่นและรสชาติ

ผลของน้ำตาลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

น้ำตาลทำหน้าที่เป็นสารถนอมอาหาร เนื่องจากแรงดันออสโมซีสในน้ำตาลสูง ทำให้สภาพของอาหารไม่เหมาะแก่การเจริญเติบโต และแพร่พันธุ์ของจุลินทรีย์ พบว่า ถ้าอาหารมีความเข้มข้นของน้ำตาลมากกว่า ร้อยละ 40 ลินทรีย์จะหยุดชะงักการเจริญเติบโต ตัวอย่างอาหาร ได้แก่ น้ำผลไม้เข้มข้น ผลไม้กวน แช่อิ่ม แยม ซึ่งอาหารจำพวกนี้จะมีน้ำตาลเข้มข้นถึง ร้อยละ 40 – 65 (พูนสุข มณีสวัสดิ์, 2528)

น้ำตาลมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เนื่องจากน้ำตาล จะไปลดค่า water activity (a_w) ในระบบ ทำให้สภาพไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การถนอมอาหารอาจทำโดยการแช่ในสารละลายน้ำตาล หรืออาจเติมน้ำตาลโดยตรงก็ได้ ค่า a_w ที่ลดลง ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาลที่มีอยู่ ดังตารางที่ 5

น้ำตาลซูโครสเองไม่สามารถป้องกันจุลินทรีย์ได้ โดยเฉพาะถ้ามีปริมาณเล็กน้อย จะเป็นสารอาหารของจุลินทรีย์ ในกลุ่มจุลินทรีย์ด้วยกันพบว่า มีจุลินทรีย์บางชนิดสามารถทนต่อปริมาณน้ำตาลสูงได้ เช่น *Aspergillus glaucus, Saccharomyces rouxii* และยีสต์ในสกุล *Torulopsis* สำหรับยีสต์ *Zygosaccharomyces* ไม่เพียงแต่จะทนต่อปริมาณน้ำตาลสูงเท่านั้น แต่ยังสามารถเจริญได้ดีในอาหารที่มีน้ำตาลสูงอีกด้วย (Lueck, 1980 อ้างโดย ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

ตารางที่ 5 ค่า water activity (a_w) ของสารละลายน้ำตาลซูโครส

ค่า a_w	ปริมาณน้ำตาลในสารละลาย (กรัมต่อน้ำ 100 กรัม)
0.99	11
0.96	25
0.95	78
0.94	93
0.93	107
0.92	120
0.90	144
0.88	169
0.86	194
0.85	208
0.84	220
0.82	243

ที่มา : Seiler, 1969 อ้างโดย ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

แหล่งผลิตปลาร้าพื้นเมืองทางภาคใต้

แหล่งผลิตปลาร้าพื้นเมืองทางภาคใต้ที่มีชื่อเสียงและเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป ได้แก่ ปลาดุกร้าบริเวณพื้นที่ชุมชนทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง

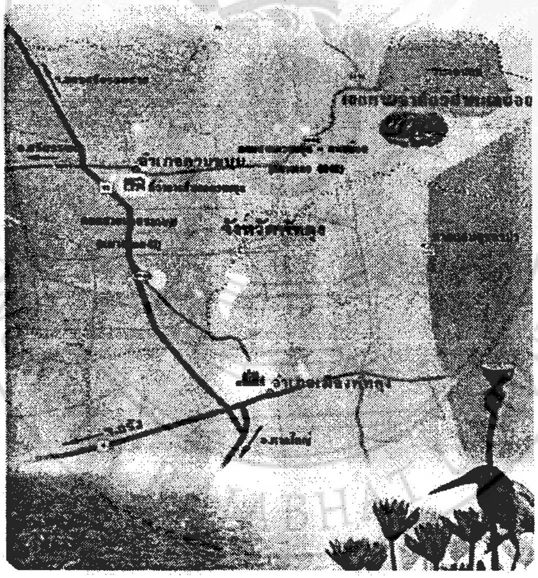
พื้นที่ชุมชนทะเลน้อย

ทะเลน้อยเป็นแหล่งน้ำต่อเนื่องกับทะเลสาบสงขลา ตั้งอยู่เหนือสุด โดยมีทะเลหลวงในเขตจังหวัดพัทลุงกั้นกลาง และ ทะเลสาบคูขุด อยู่ทางใต้ในเขตจังหวัดสงขลา มีอาณาเขตดังนี้ คือ ทิศเหนือ จดคลองชะอวดอำเภอชะอวด และอำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช ทิศตะวันออก จดทะเลหลวง ทางหลวงหมายเลข 4083 อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช และอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ทิศใต้ จดคลองปากประ อำเภอควนขนุนจังหวัดพัทลุง ทิศตะวันตก จดฝั่งทะเลน้อยด้านตะวันตก อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง และอำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช ชุมชนทะเลน้อย ครอบคลุมพื้นที่ 2 ตำบลได้แก่ ตำบลพะนางตุง ประกอบไปด้วย 10 หมู่บ้าน และตำบลทะเลน้อยที่มี 10 หมู่บ้าน ทั้งสองตำบลตั้งอยู่ในเขตอำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง มีจำนวนประชากรประมาณ 10,042 คน และ 6,860 คน ตามลำดับ ซึ่งเดิมทั้งสองตำบลเคยเป็นตำบลเดียวกันก่อนจะแบ่งเป็น 2 ตำบลในปี 2504 เพราะจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น สภาพชุมชนโดยทั่วไปแบ่งเป็นสองโซนคือ บ้านบนที่เป็นชุมชนบนพื้นที่เนินเขา และบ้านล่างที่เป็นชุมชนริมทะเลน้อย วิถีชีวิตของชุมชนทะเลน้อยจะเกาะเกี่ยวอยู่กับผืนน้ำมาตั้งแต่อดีต โดยอาศัยทรัพยากรจากทะเลน้อยเป็นน้ำหล่อเลี้ยงชีวิตชาวบ้านทุกคน ไม่ว่าจะเป็นการหาผัก หาปลา เลี้ยงสัตว์ ทอเสื่อ สมุนไพร พืชพันธุ์ต่างๆ ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการดำรงชีวิตเป็นหลัก ทำให้วิถีชีวิตของชาวบ้านถูกถักทอเชื่อมร้อยให้เข้ากับสายน้ำอย่างลึกซึ้ง อาชีพประมงพื้นบ้านถือได้ว่าอาชีพเป็นหลักของชุมชนทะเลน้อย แต่ปัจจุบันทรัพยากรสัตว์น้ำในทะเลน้อยลดจำนวนลงทำให้ชาวบ้านจำนวนมากต่างหันไปประกอบอาชีพอื่นเป็น ไม่ว่าจะเป็นหัตถกรรมกระจูด เกษตรกรรม การบริการนักท่องเที่ยว และออกไปหางานทำนอกพื้นที่ (ชัยรัตน์ จิโรจน์มนตรี, 2550)

หนึ่งในอาชีพที่นิยมและรู้จักกันโดยทั่วไปของชุมชนทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง นั่นคือ ผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้า ที่เป็นที่ขึ้นชื่อและมีชื่อเสียง เนื่องจากปลาดุกร้าจากชุมชนทะเลน้อย ผลิตจากปลาดุกอุยซึ่งเป็นปลาธรรมชาติ ที่จับได้จากแหล่งน้ำทะเลน้อย จึงทำให้มีรสชาติดี และจากกรรมวิธีการผลิตจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่ยาวนานจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าจากชุมชนทะเลน้อย เป็นที่ยอมรับในกลุ่มผู้บริโภคโดยทั่วไป ซึ่งทำให้อาชีพนี้ก็ยังสืบทอดมาชั่วลูกชั่วหลาน

ภาพที่ 2 ลักษณะชุมชนทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง

ที่มา : ชัยรัตน์ จิโรจน์มนตรี, 2550



ภาพที่ 3 แสดงที่ตั้งชุมชนทะเลน้อย จ. พัทลุง

ที่มา : ชัยรัตน์ จิโรจน์มนตรี, 2550

การผลิตปลาดุกร้าอาศัยกระบวนการหมักซึ่งเป็นการถนอมอาหาร โดยการแช่ หรือหมักชิ้นอาหารในเกลือ หรือน้ำเกลือ หรือน้ำส้มสายชู ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีการที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ทำให้เกิดอาหารที่มีรสชาติแปลกใหม่ขึ้น และสามารถเก็บอาหารไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้อง การหมักมีรูปแบบ กรรมวิธีการผลิตและเกิดผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภค อย่างเช่น การหมักที่ทำให้เกิดแอลกอฮอล์ การหมักที่ทำให้เกิดกรดอาซิติค และการหมักที่ทำให้เกิดกรดแล็กติค เป็นต้น อาหารหมักจัดเป็นอาหารที่อยู่ในรูปที่สามารถดูดซึมได้ง่าย เนื่องจากการหมักเป็นการเปลี่ยนสารโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน ให้กลายเป็นกรดอะมิโน ซึ่งเป็นสารโมเลกุลเล็ก และร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ทำให้อาหารหมักเป็นอาหารที่มีคุณค่า นอกจากนี้กระบวนการผลิตอาหารหมัก ยังสามารถทำได้ง่ายในครัวเรือนและต้นทุนการผลิตที่ต่ำอีกด้วย (หน่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมศิลปกรรมท้องถิ่นจังหวัดนครสวรรค์, 2544)

ผลิตภัณฑ์ปลาร้าพื้นเมือง ในภาคใต้ คือ การนำปลามาผ่านวิธีการหมักแล้วตากให้แห้ง ทำให้ได้ลักษณะคล้ายๆปลาเค็มแต่เนื้อจะยุ่ยกว่าซึ่งไม่เหมือนกับภาคอีสาน ปลาร้าสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายอย่าง เช่นการย่าง ปรุงสด เป็นอาหารหรือการแปรรูปต่างๆ การทำปลาร้าเป็นกรรมวิธีถนอมอาหารอย่างหนึ่งที่สามารถทำได้ง่ายและทำเก็บไว้ได้นาน สาเหตุที่นิยมนำปลาดุกทำปลาร้านั้น เพราะปลาดุกเป็นปลาเนื้ออ่อน ก้างน้อย อีกทั้งปลาดุกก็สามารถหาได้ทั่วไปในน้ำจืด เช่น คลอง หนอง บึง คนสมัยก่อนนิยมนำมารับประทานกับข้าวเหนียว หรือข้าวจ้าวก็ได้ โดยสามารถทำได้ 2 วิธี คือ (ณัฏฐกานต์ ภวีรภัทรพงศ์, 2550)

1. หมักเกลือผึ่งแดด นิยมใช้ปลาสดๆ มาผ่าหลังออกเป็นปลาดุกแบบใส่เกลือตามต้องการทิ้งไว้พอประมาณ นำมาล้างให้สะอาดนำมาผึ่งแดดจนแห้งหรือจะทำเป็นปลาแดดเดียว
2. หมักเกลือทำปลาร้า (สูตรปักษ์ใต้) ใช้ได้ทั้งปลาสดและปลาที่ไม่สด อยู่ที่การใส่เกลือครั้งแรก หากเป็นปลาดุกสด จะต้องใส่เกลือครั้งแรกปริมาณน้อย จะใส่เกลือให้พอดีต่อเมื่อหมักปลาร้าแล้วผสมน้ำตาลทรายเล็กน้อย

ปลาสด ตัดหัวควักไส้ออก

↓

แช่น้ำจนเนื้อนิ่ม ผึ่งแดดให้หนังแห้ง

↓

ผสมเกลือ : น้ำตาล อัตราส่วน 1:1

↓

คลุกเคล้ากับเกลือและน้ำตาลจนทั่ว

↓

นำมาเรียงจัดใส่ภาชนะและมีฝาปิด หมักทิ้งไว้ 1 คืน

↓

วันที่ 1 นำปลามาตากแดดตอนเช้าตั้งแต่เวลา 07.00-11.00 น

↓

นำปลามาคลุกกับน้ำตาลทรายแล้วหมักต่อในภาชนะมีฝาปิด หมักทิ้งไว้ 1 คืน

↓

วันที่ 2 นำปลามาตากแดดตอนเช้า ตั้งแต่ 07.00-11.00 น

↓

นำปลามาคลุกกับน้ำตาลทรายแล้วหมักต่อในภาชนะมีฝาปิด หมักทิ้งไว้ 1 คืน

↓

วันที่ 3 นำปลามาตากแดดตอนเช้า ตั้งแต่ 07.00-11.00 น อีกครั้ง

↓

เก็บใส่ภาชนะที่มีฝาปิด จากนั้นนำไปปรุงรับประทานได้

ภาพที่ 4 ขั้นตอนการผลิตปลาร้าพื้นเมืองทางภาคใต้

ที่มา : นฤมล อัศวเกศมณี, 2549

คุณค่าทางโภชนาการหรือคุณภาพอาหาร

คุณภาพ คือ ลักษณะคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ซึ่งทำให้ผู้บริโภค เกิดความพึงพอใจเมื่อนำไปใช้ การที่จะผลิตสินค้าที่มีคุณภาพดีนั้น ผู้ผลิตจะต้องทราบความต้องการของผู้ซื้อหรือผู้บริโภค แล้วจึงทำการออกแบบผลิตภัณฑ์สุดท้ายใน การดำเนินการผลิต จึงต้องทำการควบคุมและตรวจสอบเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ตามแผน และมาตรฐานที่กำหนดไว้ (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2522)

คุณสมบัติของอาหารซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณภาพมี 4 ประการ คือ

1. คุณภาพทางเคมี เช่น ปริมาณความชื้นในอาหาร
2. คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ขนาด รูปร่าง ความหนาแน่น
3. คุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏ
4. คุณสมบัติทางจุลวิทยา เช่น ปริมาณจุลินทรีย์ ที่มีชีวิตทั้งหมดในอาหาร

ในการผลิตพบว่าถ้าหากคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างของวัตถุดิบไม่สม่ำเสมอย่อมส่งผลให้เกิดความไม่สม่ำเสมอในคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายด้วยหรือถ้าไม่สามารถควบคุมขั้นตอนการผลิตให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ย่อมแปรปรวนไปได้ ถ้านั้นในการผลิตซึ่งต้องการความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ จึงทำการควบคุมและสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังกล่าวข้างต้นซึ่งการประเมินคุณภาพอาหารและผลิตภัณฑ์ได้หลายวิธีดังนี้คือ การประเมินคุณภาพโดยใช้ประสาทสัมผัส การประเมินคุณภาพโดยใช้เครื่องมือทดสอบ การประเมินคุณภาพโดยใช้วิธีทางเคมี การประเมินคุณภาพโดยใช้วิธีทางจุลชีววิทยา

การประเมินอาหาร

ในการค้นคว้าหรือทดลองทางด้านอาหาร เพื่อผลิตอาหารให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นและเป็นที่นิยมของคนทั่วไป ดังนั้น การตั้งมาตรฐานอาหารของแต่ละชุมชนจึงอาจจะแตกต่างกันไป แต่ถ้าเป็นอาหารมาตรฐานสากลก็จำเป็นต้องมีมาตรฐานอาหารสากล ซึ่งอาจจะแตกต่างไปบ้าง แต่ยังคงมีลักษณะหลักของอาหารไว้ ในการพัฒนาอาหาร มีวัตถุประสงค์เพื่อให้อาหารมีมาตรฐานที่ดีเหมาะสมกับชุมชนและสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งอาหารนั้นจะมีลักษณะที่ดีหรือไม่ดี ขึ้นอยู่กับลักษณะดังนี้ คือ รูปลักษณะ สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส คุณลักษณะดังกล่าวอาจจัดแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ใหญ่ ๆ คือ คุณสมบัติภายนอก ได้แก่ รูปลักษณะและสีภายนอก และคุณสมบัติภายใน ได้แก่ กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและสีของเนื้ออาหาร ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (วัฒนา ประทุมสินธุ์, 2534)

1. คุณสมบัติภายนอก

1.1 รูปลักษณะ (appearance) รูปลักษณะของอาหาร เป็นสิ่งแรกที่จูงใจผู้ชิมอาหาร ให้เกิดความพอใจหรือไม่ที่จะชิมอาหารนั้น ๆ หากรูปลักษณะของอาหารดี ก็จะทำให้ผู้ที่ชิมอาหารเกิดความพอใจในอาหารนั้นไปส่วนหนึ่ง บางครั้งก็อาจทำให้รู้สึกว่าอาหารนั้นอร่อยด้วยก็ได้ ในทางตรงกันข้าม หากรูปลักษณะไม่ดี ความพอใจที่จะชิมอาหารลดน้อยลง และอาจทำให้รู้สึกว่าอาหารไม่อร่อยอีกด้วย รูปลักษณะหมายรวมถึง ขนาด รูปร่าง ลักษณะเนื้อภายนอก รวมทั้งการตกแต่งอีกด้วย

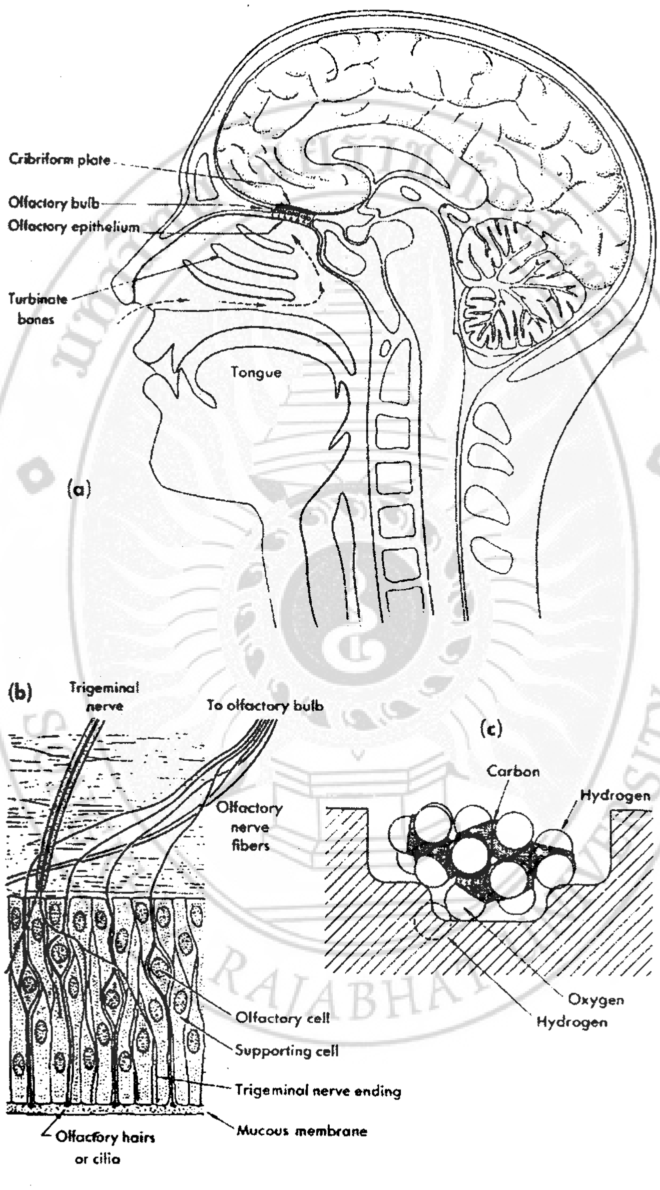
1.2 สี (color) สีของอาหารมีความสำคัญต่อการยอมรับและพอใจในอาหาร สีของอาหารมีความสำคัญในตัวของตัวเอง และในการประกอบกับอาหารอื่น ๆ ที่ใช้เสริฟร่วมกัน อาหารแต่ละชนิดควรจะมีสีอย่างไร ก็ควรประกอบให้มีสีตามนั้น จึงจะทำให้ผู้บริโภคเกิดความพอใจและสบายใจ แต่สีนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้แต่ต้องให้มีเหตุผลและสิ่งชดเชยที่เหมาะสมและคุ้มกันและสร้างความเข้าใจให้กับผู้บริโภคด้วย การเติมสีเข้าไปในผลิตภัณฑ์ ก็ต้องทำความเข้าใจกับผู้บริโภคด้วย ว่าเป็นการเสริมคุณสมบัติทางด้านใดให้กับอาหาร เช่น การทำไส้กรอกปลาหรือไก่ซึ่งมีสีขาว แทนไส้กรอกเนื้อซึ่งมีสีแดงของเนื้อ ผู้ผลิตอาจมีการเติมสีแดงเพื่อให้ผู้บริโภคเกิดความคุ้นเคยเมื่อบริโภคไส้กรอกปลาหรือไส้กรอกไก่ แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภคด้วย ผลิตภัณฑ์ที่มีสีสันสวยงาม จึงเป็นที่ดึงดูดความสนใจแก่ผู้บริโภค และช่วยบ่งบอกถึงรสและเนื้อสัมผัสที่ควรจะมีตามที่คนส่วนใหญ่นิยมด้วย

ความพอใจในสีอาหารที่สวย มีส่วนก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่ไม่ดีอย่างมาก คือ ปัจจุบัน ผู้ผลิตอาหารจำนวนมากได้พยายามจะให้ผู้บริโภคนิยมอาหารที่ตนผลิต ซึ่งอาจมีคุณภาพไม่ดี สีจึงไม่สวยงาม

2. คุณสมบัติภายใน

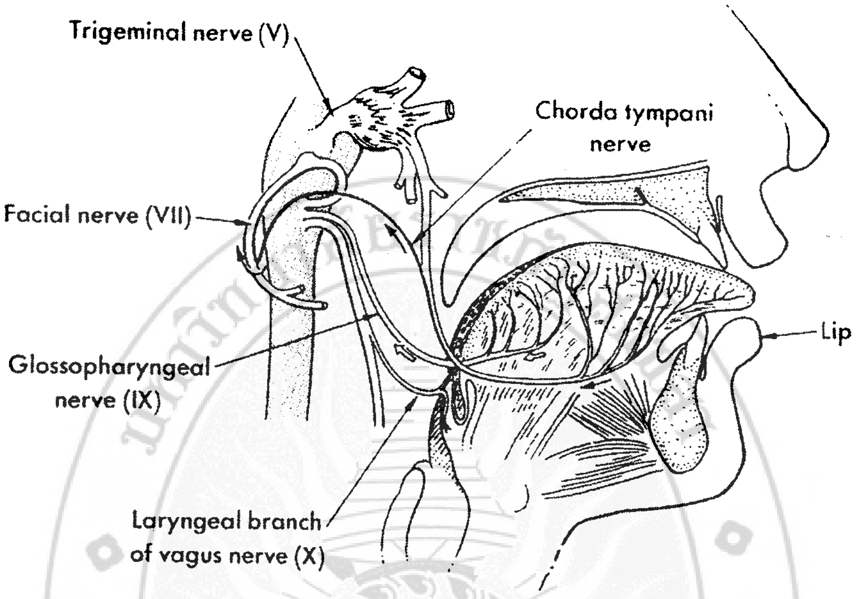
2.1 กลิ่น (odor) มีความสำคัญต่อความพอใจในอาหารมาก หลังจากตาสัมผัสอาหารแล้ว จมูกจะเริ่มรับกลิ่นอาหาร ซึ่งจะชี้บ่งได้ว่าอาหารนั้นจะมีรสอร่อยมากน้อยเพียงไร เพราะส่วนมากความอร่อยของรสอาหารมักสัมพันธ์กับกลิ่นอาหาร นอกจากนี้กลิ่นอาหารยังชี้บ่งถึงความดี ความสด ความใหม่ ความบริสุทธิ์หรือความมีพิษมีภัยของอาหารหรือไม่ด้วย อาหารที่สดใหม่จะมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน ตรงกันข้ามกับอาหารที่ไม่สดหรือเสีย จะมีกลิ่นที่สามารถรับได้อาจตั้งแต่ก่อนบริโภค หรือระหว่างบริโภค การตรวจสอบคุณภาพของอาหารด้วยการดมกลิ่นเป็นสิ่งที่ช่วยป้องกันอันตรายก่อนการบริโภคเป็นอย่างดี อาหารที่มีอันตรายจะมีกลิ่นที่พอจะจับได้ อาจเป็นกลิ่นบูดเน่าที่เกิดจากจุลินทรีย์ หรือกลิ่นสารเคมีที่อาจจะปะปนมากับอาหารหรือจากภาชนะที่ใช้บรรจุอาหารก็ได้ ส่วนของจมูกที่สามารถรับกลิ่นได้ดีคือ olfactory epithelium เป็นบริเวณเล็ก ๆ ที่อยู่ส่วนบนของโพรงจมูกและเหนือ turbinate bones ในบริเวณนี้มี olfactory cells ประมาณ 10-20 ล้านเซล ซึ่งเป็นตัวรับกลิ่น เมื่อเราดมกลิ่นอะไร กลิ่นนี้ก็จะผ่านบริเวณ olfactory แต่จะไม่ติดอยู่

ในบริเวณนี้ แต่พอเรากลืนอาหารจะเกิดช่องอากาศว่างในโพรงจมูก และเมื่ออาหารผ่านลำคอลงไป กลิ่นอาหารที่ผสมอยู่ในอาหารจะลอยขึ้นไปสู่บริเวณ olfactory การสูดเป็นจังหวะจะช่วยให้ได้รับกลิ่นดีขึ้น (ภาพที่ 5) กลิ่นของอาหารตามธรรมชาติมักจะเกิดกลิ่นแรงเมื่ออาหารสด การปรุงอาหารถ้าทำถูกวิธีจะช่วยรักษากลิ่นอาหารไว้ได้ ถ้าถูกความร้อนมากไปกลิ่นหอมจะสลายไป และบางครั้งอาจเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ขึ้นมาแทน



ภาพที่ 5 แสดงแหล่งประสาทรู้กลิ่นอาหาร
ที่มา : Charley, 1982 อ้างโดย วัฒนา ประทุมสินธุ์, 2534

2.2 รส (taste) การรับรู้ของรสอาหารเกิดจากปุ่มรับรส (taste buds) ซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดสีแดงเข้มบนลิ้น สำหรับเด็ก ปุ่มรับรส มีอยู่ที่เพดานปากทั้งบนและล่าง (hard and soft palate) และที่ pharynx รวมทั้งบนลิ้นด้วย ซึ่งน่าจะเป็นเหตุให้เด็กอมม้วนอาหารในปาก



ภาพที่ 6 แสดงแหล่งประสาทรู้รสอาหาร
ที่มา : Charley, 1982 อ้างโดย วัฒนา ประทุมสินธุ์, 2534

การรับรู้รสของคนอาจแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ หวาน เค็ม เปรี้ยว และขม ปุ่มรู้รสที่บริเวณต่าง ๆ ของลิ้นรับรู้รสได้ไม่เหมือนกัน ปุ่มรู้รสที่บริเวณกลางปลายลิ้นสามารถรับรสหวาน และข้างปลายลิ้นรับรสเค็ม ส่วนบริเวณข้างลิ้นรับรสเปรี้ยว และด้านหลังลิ้นรับรสขม แต่การรับรู้รสจะต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะดังต่อไปนี้

2.2.1 การบอดรส (taste blindness) ประมาณ ร้อยละ 25 ของคนทั่วไป จะมีลักษณะบอดรส คือ ไม่สามารถรับรู้รสสารประกอบพวก ฟีนิลไทโอคาร์บาไมด์ (Phenylthiocarbamide) ซึ่งมีรสขมและสารประกอบที่เกี่ยวข้อง คนเหล่านี้จะรู้สึกขม หรือไม่รู้รสเมื่อชิมสารนี้

2.2.2 ความไวต่อรส (taste sensitivity) ลิ้นของคนเราจะรู้สึกมีความไวต่อรส ไม่เท่ากัน เราจะรู้สึกเค็มได้เร็วมากภายในเศษของวินาที ส่วนรสขมจะใช้เวลานานอาจถึงหนึ่งวินาที

2.2.3 ปฏิกิริยาระหว่างรส (taste interaction) อาหารบางอย่างมีหลายรส และรสแต่ละรสก็มีปฏิกิริยาระหว่างกันออกมาต่าง ๆ กัน เช่น รสเค็มสามารถลดรสเปรี้ยวได้ ปฏิกิริยานี้จะมีในกรดมาลิก (malic acid) และกรดทาร์ทาร์ริก (tartaric acid) มากกว่าในกรดอาซิติก (acetic acid) และกรดซิตริก (citric acid) การเพิ่มเกลือทำให้เพิ่มรสหวาน ในทางตรงกันข้ามกรดกลับช่วยเพิ่มความเค็มของเกลือ

2.2.4 สารเสริมรส (flavor potentiators) สารบางอย่างเมื่อใส่ในอาหารช่วยเสริมรสให้เด่นขึ้น สารที่รู้จักกันดีคือ โมโนโซเดียมกลูตาเมท (monosodium glutamate) เป็นสารที่ไม่มีกลิ่น แต่เมื่อละลายจะให้รสเค็ม ๆ หรือหวาน ๆ สารนี้เมื่อใส่ในอาหารที่มีโปรตีนสูง จะช่วยให้อาหารมีรสอร่อย นอกจากนี้ยังมีอาหารจากธรรมชาติ เช่น เห็ด ทำให้อาหารรสดีขึ้น เนื่องจากมีกรดกลูตามิคสูง

2.3 ความรู้สึกของปาก (mouth feel) สิ่งที่ทำให้รู้รสอาหารสำคัญอีกอย่าง ความรู้สึกของปาก ซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อความรู้สึกต่ออาหารคือ

2.3.1 ความเจ็บ รสเผ็ดจะทำให้ความรู้สึกเจ็บได้ ความรู้สึกเจ็บเล็กน้อยก่อให้เกิดความพอใจ

2.3.2 อุณหภูมิ ที่ร้อนหรือเย็นของอาหารมีส่วนสำคัญในการทำให้อาหารอร่อยมากขึ้นหรือน้อยลง อาหารที่ควรเย็นก็ต้องเย็น อาหารที่ควรร้อนก็ต้องร้อน จึงจะทำให้อาหารนั้นมีรสที่ดีขึ้น นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีอิทธิพลต่อสารประกอบที่ลอยตัวได้ ทำให้เกิดกลิ่นอาหารซึ่งมีผลกระทบต่อปุ่มรับรสอาหาร การรู้รสอาหารจะลดลงเมื่ออุณหภูมิอาหารต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส และจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เกินกว่า 30 องศาเซลเซียส เช่น กาแฟที่ร้อนจัดหรือเย็นจัด จะมีรสขมน้อยลง ไอศกรีม จะหวานจัดเมื่อละลาย ส่วนความเย็นมักทำให้อาหารรสอ่อนลง เนื่องจากความเย็นทำให้ปุ่มรู้รสช้า เซลตามปุ่มรู้รสอาจเสื่อมได้ เมื่อถูกความร้อนจัดหรือเย็นจัด แต่จะหายได้ภายใน 2-3 วัน

2.3.3 รสสัมผัส (tactile sensation) ปาก ลิ้น และกราม สามารถรู้ลักษณะรูปร่างและเนื้อสัมผัสของอาหารได้ เมื่ออาหารมีลักษณะแข็ง ประสาทในปากจะส่งแรงมาให้พลังในการเคี้ยว ซึ่งทำให้เกิดเป็นความพอใจ อย่างหนึ่งได้ พวกเครื่องดื่มที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วยให้ผู้ดื่มเกิดความพอใจ เพราะแรงกระทบจาฟองแก๊ส ทำให้เกิดความรู้สึกที่น่าพอใจ

2.3.2.1 เนื้อสัมผัส (texture) คุณลักษณะของอาหารมีอิทธิพลต่อเนื้อสัมผัสต่างกันออกไปตามชนิดของอาหาร ซึ่งแยกได้เป็นพวก ๆ ดังนี้

1) ความกรอบ อาหารพวกผักและผลไม้หลายชนิดให้ลักษณะกรอบ เช่น แตงกวา พุทรา เวลาเคี้ยวจะต้องออกแรงเล็กน้อย ทำให้เกิดความน่าสนใจ สิ่งที่ทำให้กรอบคือ การมีน้ำในอาหาร นอกจากนี้พวกอาหารอบแห้งที่ไม่มีน้ำ เช่น คุกกี้ ขนมปังกรอบก็มีลักษณะกรอบ เช่นกัน

2) ลักษณะเคี้ยว อาหารที่ต้องการเคี้ยว อาจจะเป็นพวกนุ่มเหนียว หรือเหนียวปานกลางก็ได้ รสสัมผัสในการเคี้ยว ทำให้เกิดความพอใจ ผัก ผลไม้ที่สดกรอบ หรืออาหารอบที่กรอบจะให้ความเพลิดเพลินในการเคี้ยว แต่เนื้อสัตว์ที่เหนียวจะต้องการการเคี้ยวมากเกินไป จนอาจทำให้รู้สึกเหนื่อยหรือหน่ายได้ การประกอบอาหารพวกเนื้อสัตว์จึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะทำให้อาหารมีค่าสูงยิ่งขึ้น คือผู้บริโภคพอใจและเกิดประโยชน์ต่อร่างกายเต็มที่ โดยการประกอบให้ผู้บริโภคสามารถเคี้ยวและย่อยได้หมด ในทางตรงกันข้าม หากไม่ระมัดระวังอาจทำให้อาหารที่มีราคานี้ลดค่าหรือไร้ค่าก็ได้ หากการประกอบไม่เหมาะสม เช่น ทำให้อาหารเหนียวหรือแข็งเกินไป

3) เนื้อละเอียดหรือหยาบ เนื้อสัมผัสของอาหารหลายชนิดมีลักษณะประจำที่รู้สึกได้จากความรู้สึกที่ลิ้น ซึ่งจะรู้สึกว่าเนื้อละเอียดหรือหยาบ อย่างพวกอาหารแช่แข็ง เช่น ไอศกรีมหรือพวกหวานเย็น ในอาหารแป้งอบหรือนึ่งต่าง ๆ เช่น เค้ก ขนมปัง ปุยฝ้าย และพวกอาหารเนื้อสัตว์ เรียกว่าเนื้อละเอียดหรือหยาบ

2.3.2.2 รสฝาด (astringency) รสสัมผัสบางรสที่น่าจะเป็นคุณสมบัติที่ไม่ดี หากมีปริมาณพอเหมาะ อาจทำให้อาหารเป็นที่ถูกปากของคนได้ เช่น รสฝาด แห้ง และกัดปาก ซึ่งเชื่อได้ว่ามาจากการตกตะกอนของโปรตีนในน้ำลายและตามเนื้อเยื่อในปาก ทำให้ขาดความลื่น รสฝาดนี้ ยังอาจมีผลทำให้ลดการส่งน้ำลายจากท่อน้ำลายมายังปาก ทำให้เกิดลักษณะปากแห้ง เช่น เครื่องดื่มจำพวกไวน์จะมีรสฝาดและกัดปากเล็กน้อย ทำให้เกิดความน่าพอใจในปาก ส่วนผลไม้ ที่ยังไม่สุก เช่น กล้วย ละมุด ฝรั่ง จะมีรสฝาดและกัดปากจนเกินไป จนไม่สามารถรับประทานได้

2.3.2.3 ความอยู่ตัว (consistency) ความอยู่ตัวของเนื้ออาหารแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน บางชนิดต้องมีความอยู่ตัวอย่างมากจนแข็ง เช่น ไอศกรีม พวกที่อยู่ตัวปานกลาง เช่น แยม คัสตาส และพวกเหลว ๆ ที่มีลักษณะหนืดบ้าง เช่น ซุป ความอยู่ตัวต้องมีอยู่ในลักษณะที่พอเหมาะ จึงจะเป็นที่นิยม ถ้ามากหรือน้อยเกินไปก็กลายเป็นลักษณะที่ผิดปกติได้ ความอยู่ตัวของอาหารเหล่านี้ ขึ้นอยู่กับวิธีการประกอบ อุณหภูมิ และสิ่งประกอบอื่น ๆ ในอาหาร นอกจากนี้อุณหภูมิระหว่างการเสริฟ เช่น ไอศกรีม หรือซุป ต้องเสริฟที่อุณหภูมิที่เหมาะสม

การประเมินคุณภาพโดยใช้ประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพด้วยประสาทสัมผัส หมายถึง การใช้คนซึ่งมีประสาทสัมผัสทั้งห้าในการบอกคุณภาพอาหาร การใช้ประสาทสัมผัสนี้อาจใช้พร้อมๆ กันหรืออย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วแต่ลักษณะของคุณภาพที่ต้องการทราบ ความรู้สึกจากการสัมผัสด้วยหรือภายในช่องปาก การดมกลิ่น การเคี้ยว การได้ยิน มีความสำคัญในการบอกคุณภาพของอาหารคือ (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2540)

1. ใช้บอกลักษณะคุณภาพของอาหารที่เครื่องมือบอกไม่ได้หรือต้องใช้เครื่องมือที่ยุ่งยาก

2. ใช้บอกความรู้สึกของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารนั้น

3. ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างการยอมรับของผู้บริโภคกับค่าที่ได้วัดได้ด้วยเครื่องมือเพื่อใช้เครื่องมือในการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพในโอกาสต่อไป

ลักษณะของอาหารที่เราสามารถทราบได้จากประสาทสัมผัส 3 อย่าง คือ ลักษณะที่มองเห็น ลักษณะที่สัมผัสได้และลักษณะที่รู้รสชาติได้ ซึ่งลักษณะที่มองเห็นได้ ตัดสินด้วยตา เช่น ลักษณะรูปร่าง ขนาด ความเป็นมัน ความใส ความเหนียวหนืด ความขุ่น ความหยาบ ความเป็นเมือก การตกผลึก เป็นต้น ส่วนลักษณะที่สัมผัสได้ ตัดสินด้วยมือ ปาก ลิ้น โดยการสัมผัส เช่น ความอยู่ตัว ความนุ่ม ความหยุ่น ลักษณะหนึบๆ เป็นเกล็ด เป็นกาก เหนียว เป็นต้น สำหรับลักษณะที่รู้รสชาติได้ คือ รสชาติมีความหมายรวมทั้งรส และกลิ่น ตัดสินด้วยประสาทสัมผัสในปากและจมูก เช่น รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว รสขม กลิ่นหอมหวาน กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นไหม้ กลิ่นเหม็นสาบ เป็นต้น

วิธีการหรือเกณฑ์ในการประเมินคุณภาพโดยการใช้ประสาทสัมผัส

ปราณี อ่านเปรื่อง (2547) ได้อธิบายว่าเทคนิคในการวิเคราะห์อาหารเพื่อหาข้อมูลทางด้านประสาทสัมผัส (sensory data) และได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องควบคู่กับการพัฒนาการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับใช้กับข้อมูลทางประสาทสัมผัส โดยการแบ่งวิธีทดสอบเป็น 2 วิธีใหญ่ๆ คือ วิธีทดสอบเชิงวิเคราะห์ (analytical method) และวิธีทดสอบการตอบรับ (affective method) ในการทดสอบโดยวิธีการวิเคราะห์ เป็นวิธีการใช้มนุษย์เสมือนเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องจักร ไม่ใช่เป็นผู้บริโภค (consumers) ดังนั้น มนุษย์เครื่องจักรทำหน้าที่อธิบายรายละเอียด จำแนกความแตกต่างตามสเกลที่คำถามกำหนดไว้ ส่วนวิธีการทดสอบการตอบรับ (affective method) จะเป็นวิธีที่แตกต่างไปจากการทำงานแบบเครื่องจักร เนื่องจากเป็นวิธีทดสอบการตอบรับของมนุษย์ในฐานะผู้บริโภคตัวจริง และทั้ง 2 วิธีหลักที่กล่าวถึงนี้มีลักษณะเฉพาะที่สำคัญคือ ใช้งานในกลุ่มผู้ทดสอบแตกต่างกันกล่าวคือ วิธีการทดสอบเชิงวิเคราะห์ใช้ผู้ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ (laboratory test) ส่วนวิธีการทดสอบการตอบรับใช้กับผู้บริโภคตัวจริงหรือกลุ่มเป้าหมาย (consumer test)

วิธีการวัดการตอบสนองการรับรู้ของประสาทสัมผัสต่ออาหารตามธรรมชาติของมนุษย์นั้นเริ่มจากง่ายไปจนถึงวิธีการซับซ้อนขึ้น ดังนี้ (ปราณี อ่านเปรื่อง, 2547)

1. การวัดเชิงคุณภาพ (Qualitative measurements)

1.1 การแบ่งกลุ่ม (classification) การจัดกลุ่มว่าผลิตภัณฑ์อยู่ในกลุ่มสีเหลือง กลุ่มเนื้อแน่น กลุ่มมีกลิ่น โดยวิธีที่มนุษย์จะระบุ หรือชี้ตัวเจาะจง (nominal manner) จัดเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด ความรู้สึกดังกล่าวมนุษย์อาจจะเทียบกับความพอใจของตนเอง โดยแต่ละตัวอย่างอาจไม่

สัมพันธ์กัน แต่อาจจะเปรียบเทียบได้ในแต่ละกลุ่ม (หลายตัวอย่าง) แสดงให้เห็นโดยธรรมชาติว่ามนุษย์มีแนวโน้มในการ "แบ่งกลุ่ม (grouping)"

จะเห็นว่าวิธีวัดแบบแบ่งกลุ่ม แยกชั้น หรือแบบคัดกรอง (screening) ตามลักษณะเฉพาะที่กำหนดไว้นี้ ลักษณะข้อมูลจะเป็นแบบข้อมูลระบุ (nominal data) ซึ่งเป็นข้อมูลแสดงคุณภาพ (qualitative data) ไม่แสดงระดับความเข้มของลักษณะเฉพาะ สเกลแบบนี้เรียก สเกลระบุกลุ่ม ชื่อ (nominal scale) เช่น

☐ กลุ่มสีเหลืองมะนาว

☐ กลุ่มเนื้อแน่น

☐ กลุ่มมีกลิ่นหืน

☐ กลุ่มธรรมชาติ

☐ กลุ่มเนื้อข้น

☐ ไม่แตกต่าง

☐ แตกต่าง

1.2 การให้เกรด (grading) การให้เกรดแสดงคุณภาพที่ได้มีการเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์อ้างอิงกับการรับรู้ของประสาทสัมผัสต่ออาหารในขณะนั้น ตัวอย่าง เกรดคุณภาพ กาแฟ, ชา คือ พรีเมียม (premium) พิเศษ (extra) ธรรมดา (regular) หรือ คัดสรร (choice) พิเศษ (extra) ธรรมดา (regular) ปฏิเสธ (reject) ผู้ทดสอบที่จะให้เกรดได้ก็คือ บุคคลในกลุ่มเป้าหมาย (ลูกค้า) ผู้ชำนาญ (expert) จัดเป็นประเภทวิธีวัดที่ซับซ้อนขึ้นมาจากการจัดกลุ่ม ในการนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์เพื่อใช้ในการอ้างอิงให้เปลี่ยน เกรด เป็น ตัวเลขเกรด (scored grade) ก็สามารถประยุกต์ไปสู่การวัดเชิงปริมาณได้เช่นกัน

1.3 การจัดลำดับ (ranking) การจัดลำดับแสดงคุณภาพเปรียบเทียบให้ทำกับกรณีมีตัวอย่างจำนวนตั้งแต่ 3 ตัวอย่างขึ้นไป และไม่เกิน 7 การจัดลำดับ เป็นพัฒนาการการรับรู้ทางประสาทสัมผัสต่อเนื่องจากการให้เกรด ซึ่งถือว่ายากขึ้นในการประมวลความรู้สึก ด้วยเหตุนี้ ผู้ทดสอบที่จะใช้กับกิจกรรมการจัดลำดับต้องเป็นกลุ่มบุคคลที่มีลักษณะทางกายภาพพิเศษ เช่น มีความจำดี รู้ประเด็นความแตกต่าง แยกวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างได้ดี ข้อมูลการจัดลำดับ (ordinal data) เป็นข้อมูลอ่านเข้าใจง่าย และเมื่อเปลี่ยนเป็นตัวเลขแล้วก็สามารถใช้เป็นการวัดเชิงปริมาณได้เช่นกัน ดังอธิบายในการทดสอบการจัดลำดับ (ranking test)

2. การวัดเชิงปริมาณ (Quantitative measurements) หรือวัดด้วยสเกล (Scaling)

การวัดเชิงปริมาณเพื่อให้ทราบระดับความเข้มของสิ่งที่มนุษย์รับรู้ เช่น ระดับความหวาน ระดับความเหนียว ระดับความพอใจ การวัดในเชิงปริมาณ เป็นระบบวิธีวัดที่ใกล้เคียงกับ

เครื่องมือ (machine) ที่สุด และได้เปรียบกว่าเครื่องมือก็คือ สามารถวัดระดับความพอใจได้ รวมทั้งมีสเกล (scaling) ได้หลายแบบ ดังนั้น การวัดเชิงปริมาณเรียกอีกชื่อได้ว่า การวัดด้วยสเกล (scaling) มีชนิดของสเกล 3 ประเภทคือ สเกลแบ่งชั้น/กลุ่ม (category scaling) สเกลเส้นตรง (linear scaling) และสเกลประมาณการ (magnitude estimation scaling) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 สเกลแบ่งกลุ่ม แบ่งชั้น (category scaling) การวัดเชิงปริมาณโดยอาศัยสเกลการแบ่งชั้น กลุ่ม นี้มีเทอมในมาตรฐานสากล (ISO term) ว่า การจัดอัตรา (rating) ซึ่งใช้ข้อมูลของการจัดอันดับ (ordinal data) หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์อ้างอิง สเกลแบ่งกลุ่ม แบ่งชั้น มี 2 แบบ คือ แบบตัวเลข (number category scales) และแบบตัวหนังสือ (word category scales) ส่วนระดับจุด (point) ให้กำหนดจำนวนคี่ เช่น 9-จุด 7-จุด 5-จุด และ 3-จุด สเกลแบบนี้มักใช้ในการทดสอบวิเคราะห์รายละเอียดเชิงพรรณนา (descriptive analysis) ลักษณะที่สังเกตได้สำหรับสเกลแบบนี้คือ ช่วงระหว่างจุดอาจไม่เท่ากันก็ได้ เพียงแต่เห็นเป็นการจัดชั้น

ตารางที่ 6 แสดงสเกลการแบ่งกลุ่ม แบ่งชั้น

สเกลตัวเลข (Number)		สเกลตัวหนังสือแบบ 1 (Word category scale 1)	สเกลตัวหนังสือแบบ 2 (Word category scale 2)
0	0	ไม่มี (None)	ไม่มีเลย (None at all)
1	1	เริ่มรับรู้ (Thrshold)	เพิ่งรู้สึก (Just detectable)
2	2.5	อ่อนมาก (Very slight)	อ่อนมาก (Very mild)
3	5	อ่อน (Slight)	อ่อน (Mild)
4	7.5	อ่อน-ปานกลาง (Slight-moderate)	อ่อน-ชัด (mild-distinct)
5	10	ปานกลาง (Moderate)	ชัด (Distinct)
6	12.5	ปานกลาง-เข้ม (Moderate-strong)	ชัด-เข้ม (Distinct-strong)
7	15	เข้ม (Strong)	เข้ม (Strong)

ที่มา : ปราณี อ่านเปรื่อง, 2547

ได้มีการประยุกต์และพัฒนาสเกลแบ่งชั้น, แบ่งกลุ่มไปในลักษณะอื่น เช่น

ก. สเกลความชอบ (hedonic scale) เป็นสเกลใช้ในแบบทดสอบระดับความชอบ (hedonic test) ลักษณะของสเกลใช้ข้อมูลการจัดอันดับ (ordinal data) เพียงแต่ตัวหนังสือหรือภาษาแสดงออกมาเกี่ยวข้องกับความรู้สึกด้านความพอใจ

ตารางที่ 7 แสดงสเกลความชอบ

สเกลตัวเลข (Number hedonic scale)		สเกลตัวหนังสือ (Word hedonic scale)
0	1	ไม่ชอบที่สุด/ไม่ชอบเลย
1	2	ไม่ชอบมาก
2	3	ไม่ชอบปานกลาง
3	4	ไม่ชอบเล็กน้อย
4	5	เฉยๆ
5	6	ชอบเล็กน้อย
6	7	ชอบปานกลาง
7	8	ชอบมาก
8	9	ชอบมากที่สุด

ที่มา : ปราณี อ่านเปรื่อง, 2547

ข. สเกลพอดี (just-about-right scale,Jar) เป็นสเกลใช้ในแบบทดสอบความพอใจคล้ายกับสเกลความชอบ แต่การจัดเรียงภาษาต่างกัน และใช้ข้อมูลการจัดอันดับเช่นกัน

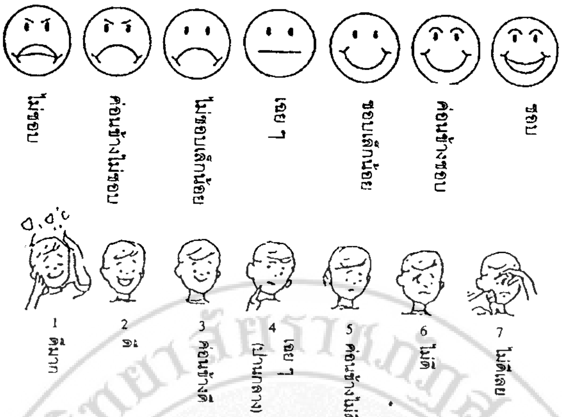
ตารางที่ 8 แสดงสเกลพอดี

กลิ่น(aroma)	
ตัวเลข	ตัวหนังสือ
1	อ่อนมาก (weak)
2	พอดี (just-about-right)
3	แรงไป (strong)

รสหวาน	
ตัวเลข	ตัวหนังสือ
1	อ่อนมากไป (much too weak)
2	อ่อน (weak)
3	พอดี (just-about-right)
4	จัด (strong)
5	จัดมากไป (much too strong)

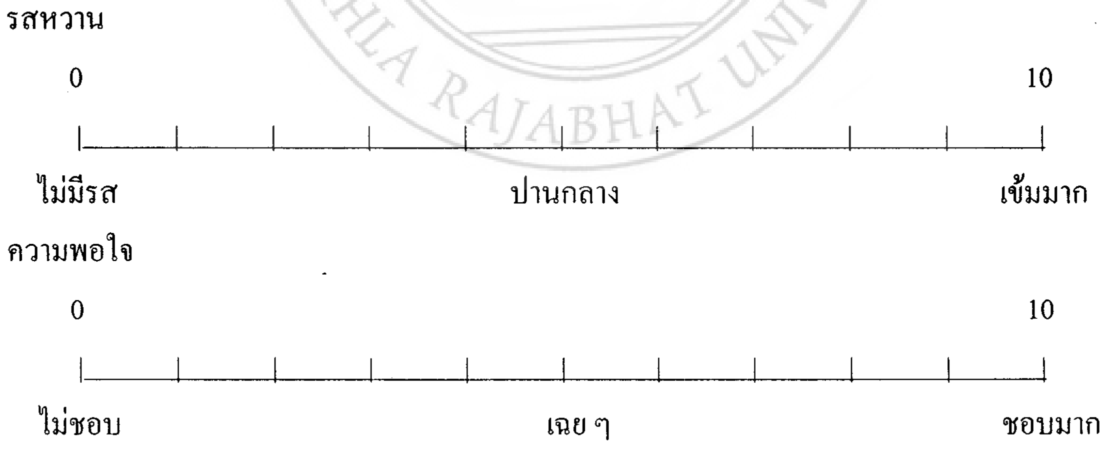
ที่มา : ปราณี อ่านเปรื่อง, 2547

ค. สเกลลายหน้า (face scale) หรือภาพรอยยิ้ม (smiley scale) สเกลลายหน้าหรือสเกลรูปภาพ (picture scale) ใช้ในการประเมินความพอใจในสีหน้า หรือรอยยิ้ม นิยมใช้กับการสื่อสารด้วยตัวหนังสือไม่สะดวกและใช้สำหรับเด็ก ดังตัวอย่าง



ภาพที่ 7 แสดงสเกลลายหน้า หรือภาพรอยยิ้ม
ที่มา : ปราณี อ่านเปรื่อง, 2547

2.2 สเกลเชิงเส้นตรง (linear scaling) เป็นสเกลที่ใช้เส้นตรงมีช่วง (interval l) สม่ำเสมอแบบเชิงเส้นตรง (linear) เป็นสเกลของข้อมูลช่วง (interval data) ดังนั้น ในการเรียกชื่อสเกลนี้จึงเรียกอีกชื่อว่า สเกลช่วง (interval scale) และมีชื่อตามมาตรฐานสเกล (ISO term) ว่า การให้คะแนน (scoring) ความแตกต่างของสเกลเส้นตรง แต่สเกลจัดลำดับก็คือ ช่วงระหว่างจุด (interval) ถ้าเป็นสเกลเส้นตรงจะมีช่วงสม่ำเสมอ และสเกลการจัดลำดับไม่จำเป็นในการทำให้ช่วงสม่ำเสมอ เพราะต้องการเน้นเฉพาะลำดับก่อน-หลัง เท่านั้น ตัวอย่างของ linear scaling (interval scale) คือ สเกลเส้น (line scale) สเกลคะแนน (scoring scale)



ภาพที่ 8 แสดงสเกลเส้น
ที่มา : ปราณี อ่านเปรื่อง, 2547

รสหวาน (น้อย-มาก)

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5

รสส้ม (น้อย-มาก)

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5

ความพอใจ (น้อย-มาก)

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5

ภาพที่ 9 แสดงสเกลคะแนน
ที่มา : ปราณี อ่านเปรื่อง, 2547

2.3 สเกลประมาณการ หรือสเกลอัตราส่วน (magnitude estimation, ME, scaling/ration scaling) สเกลอัตราส่วนเปรียบเทียบกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป้าหมาย หรือผลิตภัณฑ์อุดมคติใช้ในข้อมูลอัตราส่วน (ratio data) การบันทึกข้อมูลอัตราส่วนมักจะใช้สเกลเส้น (line scale) จึงทำให้เข้าใจว่าเป็นข้อมูลช่วง (interval data) นอกจากนี้สเกลอัตราส่วนสามารถทำในลักษณะสเกลคะแนนอัตราส่วน (ration score scale) ก็ได้ สำหรับกรณีสเกลอัตราส่วนนั้นการบันทึกข้อมูลจะต้องบันทึกร่วมกับข้อมูลของตัวอย่างอุดมคติ คิดเป็นอัตราส่วน หรือให้ทดสอบตัวอย่างแรกก่อนถือเป็นตัวอย่างอุดมคติ (ideal) แล้วค่อยทดสอบตัวอย่างที่ 2 เปรียบเทียบกับตัวอย่างแรก ดังนั้น ข้อมูลที่ปรากฏคือ ข้อมูลอัตราส่วนของตัวอย่างแรก (ideal) และตัวอย่างที่ 2 ดังนั้น จุดเริ่มต้นบนสเกลอัตราส่วน (ration scale) ไม่ใช่ศูนย์สัมบูรณ์ (absolute zero) แต่เป็นศูนย์สมมติ (arbitrary zero)

การประเมินผลอาหารด้วยวิธีการชิม

การตัดสินหรือการประเมินอาหารด้วยวิธีการชิม เป็นวิธีการที่นิยมและปฏิบัติกันอย่างแพร่หลาย เพราะได้ผลที่ค่อนข้างดี คืออาหารได้ผ่านการทดสอบกับคนซึ่งจะต้องเป็นผู้บริโภคอาหาร นอกจากนั้น การตัดสินโดยการชิมยังเป็นการประหยัด เพราะไม่ต้องใช้เครื่องมือประกอบมากนัก จึงสามารถทำได้ทั่วไป และในทุกระดับ การทดสอบอาหาร มีแนวทางสำคัญ 2 แนว คือ แนวที่หนึ่ง เป็นการหาความต่างระหว่างตัวอย่างอาหาร และอีกแนวหนึ่งคือ การทดสอบความพอใจหรือการยอมรับอาหารนั้น ๆ (วัฒนา ประทุมสินธุ์, 2534)

ประเภทของการทดสอบ

1. การทดสอบความแตกต่างของอาหาร (difference testing) ระหว่างการผลิตและทดลองอาหารใหม่ จำเป็นต้องใช้กรรมการผู้มีความสามารถในการทดสอบคุณภาพอาหาร เพื่อทดสอบคุณภาพทุกด้าน ตั้งแต่ กลิ่น รส เนื้อสัมผัส ตลอดจนคุณสมบัติอื่น ๆ การทดสอบความต่างอาจทำได้หลายวิธี คือ

1.1 การเปรียบเทียบสองตัวอย่าง โดยการจัดตัวอย่างให้เลือกสองตัวอย่าง เช่น ให้เลือกว่าอาหารอย่างไหนอ่อนนุ่ม หรือมีรสดีกว่ากัน

1.2 แบบให้เลือกหนึ่งจากสาม โดยการจัดอาหารให้เลือก 3 อย่าง โดยให้หาว่าอย่างไหนไม่เหมือนกับอีกสองอย่าง และอาจให้ตัดสินว่าอย่างไหนเป็นที่ยอมรับ ตัวอย่างไหนมีลักษณะพิเศษออกไป การตัดสินโดยการเลือกแบบนี้ เหมาะมากสำหรับตัดสินเมื่ออาหารมีส่วนคล้ายกันมาก

1.3 แบบหาคู่เหมือน โดยการให้ผู้ตัดสินเห็นตัวอย่างที่เป็นตัวกลาง แล้วให้เลือกอาหารที่เหมือนกับตัวอย่างที่สุด หรือหาอาหารที่ไม่เหมือนตัวอย่าง

2. การทดสอบความพอใจ เมื่อได้ทดสอบคุณภาพอาหารจนเป็นที่พอใจ สมควรนำออกเผยแพร่ได้แล้ว จะมีการทดสอบอีกประเภทหนึ่ง คือ ทดสอบความพอใจของผู้ที่อาจจะเป็นผู้บริโภค หรือใช้อาหารนั้น การทดสอบประเภทนี้ใช้ประชาชนธรรมดา หรือแม่บ้านซึ่งไม่ต้องมีความรู้ด้านการวัดผล เพียงแต่ได้รับการบอกเล่ากติกาบางอย่างที่สำคัญแล้วก็สามารถเป็นผู้ตัดสินได้ แต่จำนวนผู้ตัดสินกลุ่มนี้ต้องมีมาก อย่างน้อย 200-300 คน หรือมากกว่านั้นยิ่งดี และหากอาหารนั้นต้องส่งไปจำหน่ายยังท้องที่ต่าง ๆ ที่มีวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมต่างกัน ก็ควรได้มีตัวแทนของผู้ที่มาจากแหล่งนั้น ๆ ด้วย การทดสอบแบบนี้แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

2.1 แบบให้คะแนนตามลำดับ (scoring test) วิธีนี้จะระบุคะแนนเต็มของคุณสมบัติแต่ละอย่างของอาหาร เช่น

รูปลักษณะอาจจะให้ 5 คะแนน โดยแบ่งระดับดังนี้

ดีมาก	คะแนน	5
ดี	คะแนน	4
ปานกลาง	คะแนน	3
ยังไม่ดี	คะแนน	2
ไม่ดี	คะแนน	1

กลิ่นรส อาจให้คะแนน 15 คะแนน โดยแบ่งระดับดังนี้

ดีมาก	คะแนน	15
ดี	คะแนน	10
ปานกลาง	คะแนน	8
ยังไม่ดี	คะแนน	5
ไม่ดี	คะแนน	2

การให้คะแนนแบบนี้ได้ข้อมูลละเอียดดีมาก เหมาะสำหรับการใช้กับอาหารที่ต้องการความละเอียดมาก เช่น สำหรับการวัดผลอาหารเพื่อการทำเป็นอุตสาหกรรม เพราะ

สามารถนำตัวเลขไปวิเคราะห์ทางสถิติได้ การวัดผลแบบนี้ต้องการผู้รู้จริงที่สามารถตัดสินคุณสมบัติที่เหมาะที่ควรได้

2.2 แบบจัดลำดับ (ranking test) การวัดผลแบบนี้เน้นการเปรียบเทียบระหว่างอาหารที่วัด ซึ่งอาจมีตั้งแต่สามตัวอย่างขึ้นไป แต่ก็ไม่ควรมากนัก เพราะจะตัดสินใจยาก อาจทำเป็นการจัดอันดับแบบง่าย ๆ คือ ให้ตัดสินว่าตัวอย่างไหนผู้ชิมชอบมากที่สุด หรือเห็นว่าดีที่สุดเรียงจากมากไปหาน้อย และอาจมีรายละเอียดของแต่ละอย่างเพิ่มขึ้น เช่น ในแง่ความขม การทดสอบแบบนี้จำเป็นต้องมีตัวอย่างทั้งหมดครบ สามารถนำไปวัดผลพร้อม ๆ กันได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY