หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ปลาหมึกเป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในอาณาจักรสัตว์ (animal kingdom) phylum Mollusca และ class Cephalopoda

การแพร่กระจายของปลาหมึกในอ่าวไทย

ปลาหมึกที่จับได้ในอ่าวไทยมี 3 ชนิด (มาลา สุพงษ์พันธุ์, 2522) ได้แก่ปลาหมึกกล้วย และปลาหมึกหอม (squid และ cuttle fish) ซึ่งจัดอยู่ใน order Teuthoidae ปลาหมึกกล้วยอยู่ใน family Loliginidae ซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ดังนี้ Loligo duvaucelli d' Orbigny (L. duvaucelli d' Orbigny), L. formosana Sasaki, L. tagoi Sasaki ส่วนปลาหมึกหอมที่พบมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Sepioteuthis lessoniana Lesson สำหรับปลาหมึกกระดอง (cuttlefish) นั้น จัดอยู่ใน order Sepioidae ที่พบในอ่าวไทยมีหลายชนิดคือ Sepia pharaonis Ehrenberg (S. pharaonis Ehrenberg), S. recurvirostra Steenstrup, S. lysidas Gray, S.aculeata Ferussac & d' Orbigny, S. brevimana Steenstrup และ Sepiella inermis (Ferassac & d' Orbigny) และปลาหมึกอีกชนิดหนึ่งที่พบคือ ปลาหมึกสาย (octopus) ซึ่งมีอยู่หลายชนิดจัดอยู่ใน order Octopoda แต่ที่พบในอ่าวไทยมี 2 ชนิดคือ ปลาหมึกสายขาวและปลาหมึกสายดำ โดยจัดอยู่ใน สกุล Octopus spp. ชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจคือ ปลาหมึกสายขาวซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Octopus vulgaris.

ปลาหมึกกล้วย ปลาหมึกกระดองและปลาหมึกสายมีการกระจายทั่วอ่าวไทย ปลาหมึกแต่ละชนิดมีความชุกชุมแตกต่างกันออกไปในแต่ละระดับความลึกของแต่ละแหล่งการประมง ปลาหมึกกระดองชนิด S. aculeata และ Sepiella inermis พบมากในระดับความลึก 10-20 เมตร ส่วนปลาหมึกกล้วย ปลาหมึกสายและปลาหมึกกระดองชนิดอื่น ส่วนใหญ่พบในระดับความลึก 20-30 เมตร ปลาหมึกกระดองชนิด S. pharaonis และ S. recurvirostra พบชุกชุมใน

อ่าวไทย ปลาหมึกหอมพบชุกชุมในบริเวณชายฝั่งทะเลของอ่าวไทยตอนในลงไปทางใต้ถึงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ปลาหมึกกระดองชนิด S. brevimana พบชุกชุมในบริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์และชุมพร ส่วนปลาหมึกกระดองชนิด S. aculeata จะพบชุกชุมบริเวณชายฝั่งทะเลตอนใต้แถบจังหวัดสุราษฎร์ธานีจนถึงนราธิวาส ปลาหมึกกล้วยชนิด L. duvaucelli,L. formosana และปลาหมึกกระดองชนิด S. lysidas, Sepiella inermis พบชุกชุมในบริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดสงขลาถึงนราธิวาส ปลาหมึกชนิดต่าง ๆ ที่พบแบ่งตามขนาดออกได้เป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก (ความยาว 40-70 มิลลิเมตร) ขนาดกลาง (ความยาว 70-90 มิลลิเมตร) และขนาดใหญ่ (90-120 มิลลิเมตร)

การจับและการเพาะเลี้ยงปลาหมึกในประเทศไทย

ปลาหมึกจัดเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งมีการจับในปริมาณและมูลค่าที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ดังข้อมูลปริมาณการจับที่เพิ่มจาก 50, 647 ตัน มูลค่า 202.6 ล้านบาท ในปี 2514 เป็น 80,805 ตัน มูลค่า 1,272.0 ล้านบาทในปี 2524 (สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี 2506-2524) ชนิดของปลาหมึกที่มีการจับได้มากที่สุด คือปลาหมึกกล้วย รองลงมาคือปลาหมึกกระดองและปลาหมึกสาย ตามลำดับ (สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี 2524)

ในด้านการเพาะเลี้ยง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้เริ่มศึกษาทดลองเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงปลาหมึก 3 ชนิด คือ ปลาหมึกหอม ปลาหมึกกระดอง (S. pharaonis) และปลาหมึกกระดองก้นไหม้ (Sepiella inermis) โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ ศึกษาความเป็นไปได้ของการเพาะเลี้ยงปลาหมึกในระดับห้องปฏิบัติการและระดับใหญ่ขึ้น ศึกษาและปรับปรุงเทคนิค สำหรับการเพาะเลี้ยงขนาดใหญ่ ตลอดจนเทคนิคและวิธีการเลี้ยงในแหล่งน้ำธรรมชาติ และในบ่อดิน ศึกษาชีวประวัติ ชีววิทยา ตลอดจนพฤติกรรม รวมทั้งโรคพยาธิ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทั้งทางด้านวิชาการและด้านการเพาะเลี้ยง และในขั้นตอนสุดท้ายศึกษา และพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เช่น ด้านอาหาร คัดพันธุ์ลูกปลาหมึก สภาพแวดล้อมเป็นต้น ปัจจุบันได้ผ่านการศึกษาทดลองในขั้นตอนแรกและอยู่ในระหว่างดำเนินการขั้นตอนที่สอง ทั้งนี้ในขั้นตอนที่สามได้ดำเนินการควบคู่กันมาตั้งแต่ขั้นตอนที่หนึ่งโดยร่วมกับภาควิชาชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (จารุวัฒน์ นภีตะภัฏ, 2527)

องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารของเนื้อปลาหมึก

Suyama และ Koboyashi (1980) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาหมึกกล้วยและปลาหมึกกระดอง และรายงานว่า ปลาหมึกกล้วยมีปริมาณความชื้น 74.8-78.8 % โปรตีน 18.2-23.0 % ไขมัน 1.33-2.74 % และเถ้า 1.52-1.92 % ปลาหมึกกระดองมีปริมาณความชื้น 76.4-81.5 % โปรตีน 15.6-20.2 % ไขมัน 1.28-1.36 % และเถ้า 1.56-1.86 % และจากรายงานของ FAO (1972) ปลาหมึกกล้วยมีปริมาณความชื้น 82.0 % โปรตีน 15.3 % ไขมัน 0.8 % คาร์โบไฮเดรท 0.7 % และเถ้า 1.2 % ปลาหมึกกระดองมีปริมาณความชื้น 81.0. % โปรตีน 16.1 % ไขมัน 0.90 % คาร์โบไฮเดรท 1.0 % และเถ้า 1.0 % ปลาหมึกสายมีปริมาณความชื้น 83.9 % โปรตีน 13.5 % ไขมัน 1.1 % และเถ้า 1.5 %

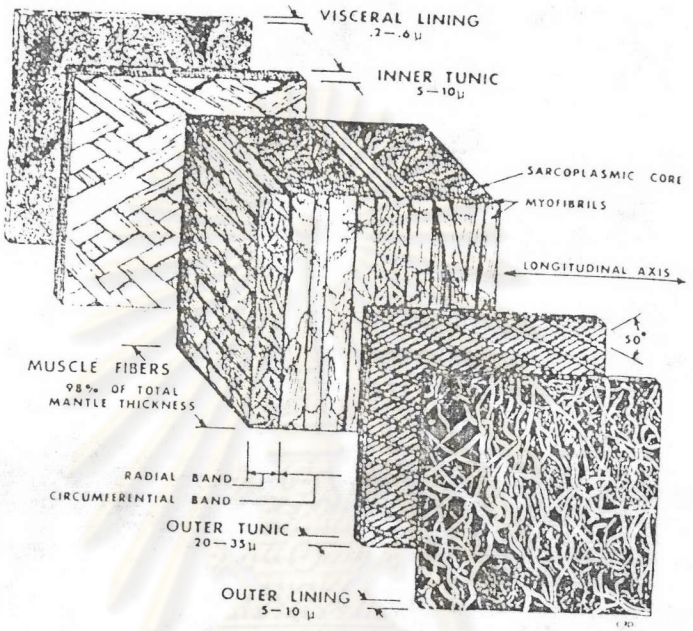
เนื้อปลาหมึกประกอบด้วยแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายซึ่ง Considine (1982) และ Taguchi และ คณะ (1969) ได้รายงานว่าในเนื้อปลาหมึกกล้วย 100 กรัม มีปริมาณแคลเซียม 12.0 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 119.0 มิลลิกรัม เหล็ก 0.5 มิลลิกรัม และ แมกนีเซียม 38.1 มิลลิกรัม ส่วนเนื้อปลาหมึกสาย 100 กรัม มีปริมาณแคลเซี่ยม 29.0 มิลลิกรัม และฟอสฟอรัส 173.0 มิลลิกรัม นอกจากนั้นในเนื้อปลาหมึกกล้วย 100 กรัม ยังประกอบด้วย ทองแดง 33.8 มิลลิกรัม อลูมิเนียม 6.0 มิลลิกรัม สังกะสี 29.4 มิลลิกรัม มังกานีส 11.7 มิลลิกรัม โปตัสเซี่ยม 158.4 มิลลิกรัม โซเดียม 123.0 มิลลิกรัม ซัลเฟอร์ 125.6 มิลลิกรัม คลอไรด์ 109.4 มิลลิกรัม ส่วนแคดเมี่ยม และไอโอไดน์มีอยู่ในปริมาณเล็กน้อย (Takahashi, 1959)

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ส่วนประกอบของกรดอะมิโนและการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในเนื้อปลาหมึกเปรียบเทียบกับในเนื้อปลาและเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ Migita และ Matsumoto (1954) พบว่าโปรตีนจากเนื้อปลาหมึกที่ละลายได้ในน้ำมีปริมาณ 55.5 % ขณะที่ในเนื้อวัวและเนื้อปลา มีอยู่ประมาณ 27.5 และ 55.5 % ตามลำดับ การศึกษาในเวลาต่อมา Migita และ Matsumoto (1957) และ Matsumoto (1957 และ 1957 a) พบว่า myosin และ actomyosin ที่มีอยู่ในเนื้อปลาหมึกทำหน้าที่คล้ายโปรตีนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของกล้ามเนื้อหอย ดังนั้นบางครั้งจึงเรียก M-actomyosin

ในปี 1958 Matsumoto พบว่าเนื้อปลาหมึกประกอบด้วย sacroplasmic proteins 12-20 % myosin(fibrillar protein) 77-85 % และ Stroma proteins 2-3 % ต่างจากเนื้อปลาโดยทั่วไปซึ่งประกอบด้วย sacroplasmic proteins 18-28 % myosin 65-71 % และ stroma proteins 7-12 % ต่อมาในปี 1959 Matsumoto รายงานว่าเนื้อปลาหมึกมีปริมาณของ M-actomyosin มากกว่า 60 % ของปริมาณโปรตีนทั้งหมด ดังนั้นจึงทำให้เนื้อปลาหมึกมีลักษณะเหนียวกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น

จากโครงสร้างของเนื้อปลาหมึกซึ่งมีอยู่ 5 ชั้น กล้ามเนื้อซึ่งเป็น muscle fibres อยู่ชั้นกลาง มี connective tissue 2 ชั้น หุ้มอยู่ คือ ชั้นนอกประกอบด้วย outer lining และ outer tunic ส่วนชั้นในคือ inner tunic และ inner lining (รูปที่ 1) โปรตีนที่มีอยู่ใน connective tissue ต่างจากที่มีอยู่ใน muscle fibre และเรียกโปรตีนชนิดนี้ว่า collagen จากการศึกษา Kimura และคณะ (1969) พบว่า collagen ในปลาหมึกจะหดตัวที่อุณหภูมิ 49 °C และประกอบด้วย hydroxylysine, acid amino acids, amide nitrogen และ คาร์โบไฮเดรท ทั้งนี้ในพวกสัตว์มีกระดูกสันหลังโดยทั่วไปพบว่าประกอบด้วย 3-hydroxyproline และ 4-hydroproxyproline นอกจากนั้นใน collagen ของปลาหมึกยังมีปริมาณน้ำตาลอยู่สูงกว่าที่พบในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม คือ ในปลาหมึกกล้วยมีประมาณ 3.96 % ปลาหมึกสายมีปริมาณ 2.89 % น้ำตาลที่พบใน collagen ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาล glucose และ galactose

Otwell และ Hamann (1979 a และ 1979 b) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเนื้อปลาหมึกโดยใช้วิธีทางกายภาพ เคมีและการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า muscle fibres ยังคงสภาพเดิมและไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิ 50 °C เริ่มสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ที่อุณหภูมิ 60 °C และ myofibrils เกิดการสูญเสียน้ำที่ 70 °C นั่นคือที่อุณหภูมิสูงกว่า 60 °C โปรตีนในเนื้อปลาหมึกจะเกิดการแปรสภาพและสูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของเนื้อเยื่อส่วนลำตัวปลาหมึกกล้วย (Loligo sp.) (Kreuzer,1984)

ความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ connective tissue แตกต่างไปจาก muscle fibre ส่วนที่เป็น inner lining แยกออกได้ที่อุณหภูมิ 50 °C และจะสามารถแยกออกไปได้จนหมดที่อุณหภูมิ 100 °C ส่วนของ inner tunic เริ่มแปรสภาพเป็นเจลาติน หลังการต้ม 1 นาที ที่อุณหภูมิ 100 °C แต่ถ้าต้มนานกว่านี้จะเป็นผลให้เกิดการสูญเสียน้ำจาก muscle fibre ในส่วนที่เป็น outer tunic เริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิ 70 °C แปรสภาพเป็นเจลาตินจนกระทั่งอุณหภูมิ 100 °C ดังนั้นในการต้มเนื้อปลาหมึกจึงสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในส่วน muscle fibres ที่อุณหภูมิ 60 °C ซึ่งในขณะเดียวกันก็เกิดการหดตัวของ collagen ด้วย

การให้ความร้อนแก่เนื้อปลาหมึก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านการพองตัวและการหดตัว เนื้อปลาหมึกจะพองตัวได้มากที่สุด 9 % ที่อุณหภูมิ 60 °C และหดตัวมากที่สุดที่ 5 นาทีแรกของการต้มที่อุณหภูมิ 100 °C การหดตัวจะสิ้นสุดลงหลังต้มเป็นเวลา 15 นาที ส่วนการพองตัวจะคงที่ตลอดระยะเวลาการต้ม

Ito (1957) ทดลองวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อปลาหมึกกระดอง พบว่ามีปริมาณของไนโตรเจนและกรดอะมิโนปริมาณสูง กรดอะมิโนที่พบได้แก่ proline, arginine, alanine, serine และ glycine แต่ไม่พบ octopine สำหรับปลาหมึกสายพบว่ามีกรดอะมิโนทุกตัวในปริมาณต่ำ ยกเว้น arginine ซึ่งมีประมาณครึ่งหนึ่งของที่พบในเนื้อปลาหมึกกระดอง ส่วน Konosu และคณะ (1958) พบว่าเนื้อปลาหมึกกล้วยมี proline ในปริมาณสูงสุดคือ ประมาณครึ่งหนึ่งของกรดอะมิโนทั้งหมดที่มีอยู่ arginine, glycine, alanine และ histidine ก็พบในปริมาณสูง ภายหลังการเกิดปฏิกิริยา hydrolysis กรดอะมิโนพวก glycine, aspartic acid, glutamic acid, proline และ lysine จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในขณะที่กรดอะมิโนตัวอื่นเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

Hashimoto (1965) รายงานว่าผลิตภัณฑ์อาหารทะเลโดยทั่วไป glycine, alanine, proline, valine, methionine, lysine , betaine และ succinic acid มีลักษณะที่ทำให้เกิดสมบัติทางด้านกลิ่นรส และรสชาติของผลิตภัณฑ์ และจากการศึกษาในเวลาต่อมา Konosu และคณะ (1960) และ Komota และคณะ (1962) พบว่ากรดอะมิโนที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือ glycine, alanine, valine, glutamic acid และ methionine Amano และ Bito(1951) รายงานว่าปริมาณของ proline ที่มากพอจะทำให้เกิดรสหวานในเนื้อปลาหมึกกระดอง Yamanishi และคณะ (1956) พบว่าสารที่ให้กลิ่น(Sulphur containing amine with piperidine molecules) สามารถพบในส่วนที่เป็นน้ำเมื่อต้มเนื้อปลาหมึก นอกจากนั้น Sauti และคณะ (1960) พบว่ากรด inosinic เป็นสารที่ให้รสซึ่งพบในปลาหมึกแห้ง Endo และคณะ (1962) ศึกษาโดยจัดแบ่งเนื้อปลาหมึกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีรสชาติดีมาก กับกลุ่มที่มีรสชาติไม่ดี พบว่าในกลุ่มที่มีรสชาติไม่ดีจะมีปริมาณ Trimethylamine oxide อยู่สูง แต่มีปริมาณของกรดอะมิโนค่อนข้างต่ำ ยกเว้น arginine ดังนั้นสรุปได้ว่า glycine, proline และ alanine มีผลต่อรสชาติของเนื้อปลาหมึก

จากการศึกษาของ Nakamura และคณะ (1982) พบว่าในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลที่ผ่านการทำแห้งและการทำเค็ม กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ สารที่มีผลต่อกลิ่นรสมากที่สุดคือสารระเหยคาร์โบนิล ซึ่งเกิดจาก poly-unsaturated fatty acids โดยปฏิกิริยา oxidation

จากการศึกษาของ Miyake และ Hayashi (1961) และ Brackkan (1962) พบว่าเนื้อปลาหมึกประกอบด้วยวิตามินบี 1 (thiamine) บี 2 (riboflavin) บี 6 และ biotin ซึ่งแตกต่างจากเนื้อปลาที่นอกจากจะประกอบด้วยวิตามินต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมี niacin และวิตามิน บี 12 ด้วย

Suryanarayanan และคณะ (1973) รายงานเกี่ยวกับคุณค่าทางอาหารของปลาหมึกกล้วยและปลาหมึกกระดองไว้ดังนี้ ปลาหมึกกล้วยและปลาหมึกกระดองประกอบด้วยส่วนที่กินได้ 68.56 % และ 73.38 % มีปริมาณความชื้น 74.78 และ 75.05 % ไขมัน 5.56 และ 5.40 % glycogen 0.53 และ 0.61 % เถ้า 13.42 และ 12.50 % ฟอสฟอรัส 138.0 และ 145.0 มิลลิกรัม % เหล็ก 13.42 และ 12.50 มิลลิกรัม % ตามลำดับ

การบริโภคปลาหมึกและผลิตภัณฑ์จากปลาหมึก

ประเทศในกลุ่มเอเชียมีการบริโภคปลาหมึกประมาณ ร้อยละ 70 ของปลาหมึกทั้งหมดที่จับได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศญี่ปุ่นซึ่งจัดเป็นประเทศที่มีการบริโภคปลาหมึกในปริมาณสูงสุด ผลิตภัณฑ์ที่บริโภคได้แก่ ปลาหมึกแห้ง ปลาหมึกแช่แข็ง ผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋อง และผลิตภัณฑ์ปรุงรสโดยรูปแบบของการบริโภคจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ สำหรับประเทศญี่ปุ่นซึ่งจัดเป็นประเทศที่มีการบริโภคปลาหมึกสูงสุดในโลก บริโภคทั้งในรูปของสด ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำให้เค็ม ผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋อง ผลิตภัณฑ์รมควัน ผลิตภัณฑ์หมัก ผลิตภัณฑ์ปรุงรส เป็นต้น สำหรับประเทศสเปน ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มประเทศยุโรปตอนใต้ บริโภคปลาหมึกมากเป็นอันดับ 2 รองจากญี่ปุ่น ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่นิยมบริโภคกันโดยทั่วไปมีทั้งในรูปสด แช่แข็ง ผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋อง เป็นต้น ส่วนประเทศอื่น ๆ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา นิวซีแลนด์ เมกซิโก อุรุไกว อาร์เจนตินา เกาหลี และฟิลิปปินส์ มีการบริโภคปลาหมึกทั้งในรูปสด แช่แข็ง ผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋อง ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการรมควัน ผลิตภัณฑ์หมักและผลิตภัณฑ์ปรุงรส (Kreuzer, 1984)

สำหรับประเทศไทยมีการบริโภคปลาหมึกในรูปของสด แช่แข็ง ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำเค็มผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนึ่งหรือย่าง ผลิตภัณฑ์น้ำปลา ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการบรรจุกระป๋องและผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้ง (สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี 2524)

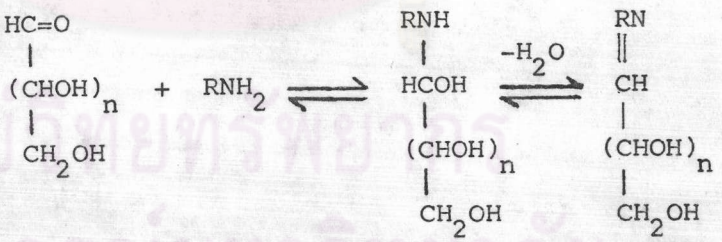
ผลิตภัณฑ์จากปลาหมึก

ผลิตภัณฑ์รมควัน

การรมควันเป็นวิธีการหนึ่งในกระบวนการถนอมอาหาร ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เกิด กลิ่นรส และสีในผลิตภัณฑ์ เป็นการถนอมอาหารโดยอาศัยสมบัติของส่วนประกอบที่มีอยู่ในควัน ในการยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยา oxidation และเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ (Kramlich, 1973)

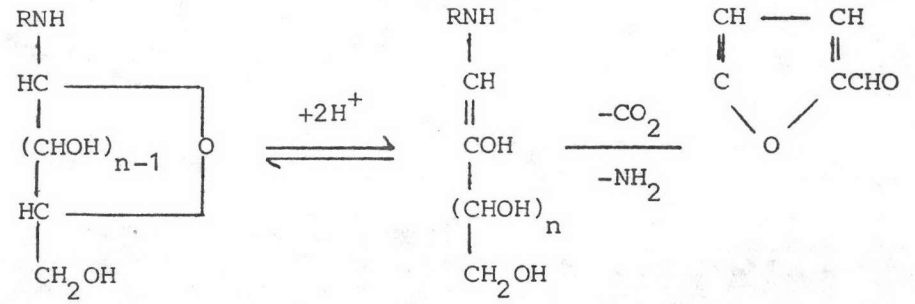
การเกิดสีในผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการรมควันอธิบายได้จากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากปฏิกิริยา Maillard (nonenzymatic browning) ซึ่งเกิดจากกลุ่มกรดอะมิโนอิสระของโปรตีน หรือ สารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ ทำปฏิกิริยากับ กลุ่มคาร์โบนิล ของน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรท นอกจากนั้นคาร์โบนิล ซึ่งเป็นสารที่มีอยู่มากในควันไม้ มีบทบาท สำคัญในการเกิด สีของผลิตภัณฑ์ขณะรมควัน กลไกที่เกิดขึ้นอธิบายได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1



Aldose amine Addition Product Schiff's base

ขั้นตอนที่ 2



N - Substituted glycosylamie

Enol

Furfural

ในขั้นตอนที่ 1 เกิด aldol condensation ได้ Schiff's base ซึ่งเปลี่ยนไปอยู่ในรูป N-substituted glycosylamine โดย Amadori rearrangement เข้าสู่ขั้นตอนที่ 2 เกิด strecker degradation ซึ่งในขั้นสุดท้ายจะได้ furfural หรือ hydroxymethyl furfurals ซึ่งมีสีน้ำตาลหรือดำ (Kramlich, 1973)

ส่วนประกอบของควัน (Kramlich, 1973) ที่สำคัญได้แก่ ฟีนอล, กรด, อัลกอฮอล์, สารประกอบคาร์บอนิล และ ไฮโดรคาร์บอน

ฟีนอล พบประมาณ 20 ชนิด ที่สำคัญ ได้แก่ guaiacol, 4-methyl-guaiacol, phenol, 4-ethylguaiacol, o-cresol, m-cresol, p-cresol, 4-propylguaiacol, engenol(4-allylguaiacol), 4-vinylguaiacol, vanillin, 2, 6-dimethoxyphenol, 2, 6-dimethoxy-4-methylphenol และ 2, 6-dimethoxy-4-propylphenol ซึ่ง phenols ที่มีอยู่ในควันจะทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการเหม็นหืน (antioxidant) ทำให้เกิดกลิ่นในผลิตภัณฑ์รมควัน และยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

กรดอินทรีย์ที่มีอยู่ในควันประกอบด้วยคาร์บอน 1 ถึง 10 ตัว โดยกรดอินทรีย์ที่มีคาร์บอน 1 ถึง 4ตัว พบในส่วนที่เป็น vapor phase ได้แก่ formic, acetic, propionic, butyric และ isobutyric acids ส่วนกรดอินทรีย์ที่มีคาร์บอน 5 ถึง 10 ตัว พบในส่วนที่เป็น particle phase ได้แก่ valeric, isovaleric, caproic, heptylic, caprylid, nonylic และ cupic acids กรดอินทรีย์ที่มีอยู่นี้ทำหน้าที่ในการถนอมอาหาร และนอกจากนั้นส่วนที่เป็นกรดซึ่งระเหยได้ ยังช่วยในการเกิดผิวสัมผัสในผลิตภัณฑ์พวกไส้กรอกรมควัน

อัลกอฮอล์ที่พบโดยทั่วไปคือ methanol หรือ wood alcohol ทำหน้าที่เป็นตัวกลางสำหรับสารประกอบที่ระเหยได้ นอกจากนั้นยังมีสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

สารประกอบ คาร์บอนิล มีมากกว่า 20 ชนิด พบในส่วนที่เป็นไอน้ำ และสารแขวนลอย ได้แก่ 2-pentanone, valeraldehyde, 2-butanone, butanol, acetone, propanal, crotonaldehyde, ethanol, isovaleraldehyde, acrolein, isobutyraldehyde, diacetyl, 3-methyl-2-butanone, pinacolene, 4-methyl-3-pentanone, 2-methyl-valeraldehyde, tiglic aldehyde, 3-hexanone, 2-hexanone, 5-methyl furfural, methyl vinyl ketone, furfural, methacryaldehyde, methyl glyoxal เป็นต้น ถึงแม้ว่าส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นส่วนที่เป็นสารแขวนลอยก็ตาม ส่วนที่อยู่ในส่วนของไอน้ำก็ให้สมบัติในการให้กลิ่นควันและการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะที่มีจำนวนคาร์บอนต่ำ จะมีบทบาทสำคัญต่อการเกิดสี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์รมควัน

ไฮโดรคาร์บอน ที่สามารถแยกได้ในควันเป็นพวก polycyclic hydrocarbons ได้แก่ benz (a) anthracene, dibenz (a,h) anthracene, benz (a) pyrene, benz (e) pyrene, benxo (g, h, i) perylene, pyrene และ 4-methyl pyrene และมีรายงานว่า benz (a) pyrene และ dibenz (a,h) anthracene เป็นสารที่สามารถเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็ง อย่างไรก็ตามพบว่าสารดังกล่าวมีอยู่ในผลิตภัณฑ์รมควันน้อยมากนอกจากนั้นยังพบว่า polycyclic hydrocarbons ไม่ได้มีบทบาทสำคัญต่อการถนอมอาหาร หรือการเกิดกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหารรมควัน

Clifford และคณะ (1980) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อส่วนประกอบของควันและการสะสมควันของผลิตภัณฑ์อาหารว่าขึ้นกับปัจจัยหลายประการได้แก่

ชนิดของไม้ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งกรณีใช้ไม้เนื้อแข็งที่มีส่วนประกอบของ hemicellulose มากกว่าในไม้เนื้ออ่อนจะทำให้ได้ควันที่มีความเป็นกรดมากกว่า และมีผลในด้านการเก็บถนอมผลิตภัณฑ์โดยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ แต่มีข้อเสียคือการใช้ไม้เนื้อแข็งอาจทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเข้มและมีรสขม ส่วนในกรณีที่ใช้ไม้เนื้ออ่อนอาจทำให้เกิดเขม่าและรสชาติไม่ดีจากกลิ่นรสของสาร resin บางชนิด

ปริมาณความชื้นของไม้ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง โดยทั่วไปที่ใช้จะมีปริมาณความชื้นประมาณ 20-40 % ถ้าปริมาณความชื้นมากกว่านี้จะทำให้เกิดเขม่า ซึ่งมีผลต่อรสชาติและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์

ช่วงอุณหภูมิการเผาไหม้ของไม้ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการถ่ายเทของอากาศในตู้รมควัน ขนาดของไม้ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงและปริมาณความชื้นในแต่ละช่วงอุณหภูมิจะมีส่วนประกอบของควันต่างกันไปเช่นในช่วง 200-600 °C ปริมาณคาร์บอนิลจะเพิ่มขึ้น ในช่วง 400-600 °C ปริมาณฟีนอล จะเพิ่มขึ้น และในช่วง 400-1000 °C ปริมาณ polycyclic aromatic hydrocarbons จะเพิ่มขึ้น เป็นต้น

ระยะเวลาที่ใช้ในการรมควัน มีผลต่อความสามารถในการสะสมควันของผลิตภัณฑ์อาหาร เมื่อระยะเวลาการรมควันเพิ่มขึ้นอัตราการสะสมควันของผลิตภัณฑ์จะลดลง และเมื่อถึงสภาวะอิ่มตัวการสะสมควันจะยิ่งช้าลง

อุณหภูมิของตู้รมควัน มีผลต่อการสูญเสียน้ำของผลิตภัณฑ์ การเกิดควันและความสามารถในการสะสมควันของผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นยังมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และความสามารถในการทำงานของเอ็นไซม์ตลอดจนลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ผลของการรมควันที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหาร อันได้แก่การเปลี่ยนแปลงของคุณค่าทางอาหารอันเนื่องจากการใช้ความร้อนในกระบวนการผลิต การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซึ่งเกิดจากการสูญเสียน้ำ สูญเสียโครงสร้างของโปรตีนในส่วนของเนื้อเยื่อและความสามารถในการทำงานของเอ็นไซม์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายโปรตีน การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์อันเนื่องจากปฏิกิริยา Maillard ของสารอาหารในผลิตภัณฑ์และสารประกอบ คาร์โบนิล ที่มีอยู่ในควัน การเกิดกลิ่นรสของควันเนื่องจากฟีนอล ที่มีอยู่ในควัน การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และการป้องกันการเหม็นหืนเนื่องจากสารฟีนอล ที่มีอยู่ในควันมีโครงสร้างคล้ายคลึงกับ BHA (butylated hydroxy anisole) BHT (butylated hydroxy toluene) และ gallate

Tanikawa (1971) ทดลองผลิตปลาหมึกรมควันในรูปผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้งและปรุงรส ซึ่งมีขั้นตอนกระบวนการผลิตประกอบด้วยการตัดแต่ง (dressing) การลอกหนัง (skinning) ในน้ำอุณหภูมิ 50-55 °C เป็นเวลา 10-20 นาที การต้ม (boiling) ที่อุณหภูมิ 80-90 °C เป็นเวลา 2-3 นาที การปรุงรสครั้งที่ 1 (first seasoning) สำหรับเนื้อปลา

หมึก 3.75 กิโลกรัม ใช้เกลือป่น 200-250 กรัม น้ำตาล 750-940 กรัม โซเดียมกลูตาเมต 37กรัมและโซเดียม 5′- ไรโบนิวคลีโอไทด์ 3.7 กรัม การรมควัน (smoking) ที่อุณหภูมิ 20-70 °C เป็นเวลา 7-9 ชั่วโมง การตัดเป็นชิ้น (cutting) การปรุงรสครั้งที่ 2 (second seasoning) ในรูปสารละลายของน้ำตาล 375 กรัม เกลือ 100-110 กรัม โซเดียมกลูตาเมต 3.7 กรัม โซเดียม 5′- ไรโบนิวคลีโอไทด์ 0.4 กรัม และน้ำ 500 มิลลิลิตร การทำแห้ง (drying) และ การบรรจุ (packaging)

ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น

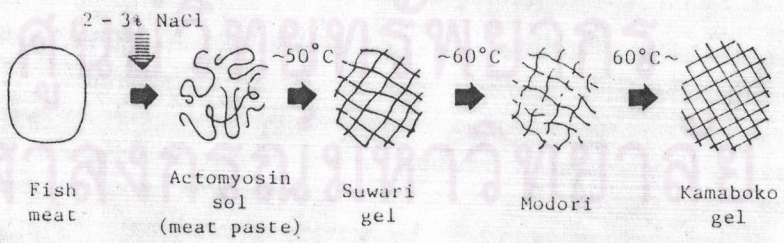
Suzuki (1981) กล่าวถึงชนิดของโปรตีนที่พบในเนื้อสัตว์ ได้แก่ sarcoplasmic protein ซึ่งพบในส่วนที่เป็น plasma ประกอบด้วย myogen ซึ่งจัดเป็นโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำ myofibrillar protein พบในส่วนที่เป็น myofibril ประกอบด้วย myosin, actin และ regulating proteins เช่น tropomyosin, troponin และ actinin โปรตีนชนิดนี้สามารถละลายได้ในน้ำเกลือ stroma เป็นโปรตีนที่พบในส่วนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันไม่สามารถละลายได้ในน้ำ หรือสารละลายกรดหรือด่าง ตลอดจนสารละลายเกลือ ได้แก่ collagen และ elastin

โปรตีนที่มีความสำคัญต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้แก่ actomyosin ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของ F-actin และ myosin ได้สารละลายที่มีลักษณะข้นหนืดและเหนียวมาก แต่เมื่อเติมสาร ATP หรือ inorganic phosphate ลงไปจะพบว่าความข้นหนืดจะลดลง ซึ่งเป็นผลเนื่องจาก actomyosin บางส่วนแตกตัวให้ myosin และ actin ออกมา actomyosin จะพบในกล้ามเนื้อที่อยู่ในสภาพ rigor mortes และ จะไม่พบในกล้ามเนื้อที่อยู่ในสภาพปกติเพราะ actomyosin แตกตัวให้ actin กับ myosin การสะกัด actin และ myosin ด้วยสารละลายของน้ำเกลือจะได้ actomyosin ซึ่งเมื่ออยู่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ และมีการเติม ATP ลงไป จะทำให้ gel ที่อ่อนและใส มีความเหนียวมากขึ้น

Suzuki (1981) กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงของ myofibrillar protein ในระหว่างการแปรรูปไว้ว่า เนื่องจาก myofibrillar protein เป็นโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือ ในกระบวนการผลิตจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการละลายของ myofibrillar protein ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่าง ของเนื้อ

สัตว์ ทั้งนี้ Konagaya (1979) พบว่าความสามารถในการละลายของ myofibrillar protein จะลดลงเมื่ออยู่ในสภาวะที่มี ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ และอุณหภูมิสูง นอกจากนั้น Sone(1972) รายงานว่าความสามารถในการละลายของโปรตีนแปรตามความสดของเนื้อสัตว์ ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือของเนื้อสัตว์ชนิดต่าง ๆ ในปี 1964 Saffle ได้รายงานไว้ว่าในเนื้อหมู และเนื้อวัวมีปริมาณโปรตีนดังกล่าว 38.16 และ 45.60 % ของโปรตีนที่มีอยู่ทั้งหมด Suzuki (1981) รายงานไว้ว่าปลา Mackerel และ Round herring มีปริมาณโปรตีนดังกล่าว 71-78 และ 33-34 % ของโปรตีนที่มีอยู่ทั้งหมด นอกจากนั้นในระหว่างการแปรรูปโปรตีนบางส่วนแปรสภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ myofibrillar protein ในด้านความข้นหนืด คือทำให้โปรตีนมีความข้นหนืดลดลง

กระบวนการผลิตลูกชิ้น โดยทั่วไปมี 3 ขั้นตอน (Tanikawa, 1971) คือ การล้างเพื่อกำจัดส่วนต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการซึ่งอาจมีผลต่อกลิ่น สี และคุณภาพอื่นของผลิตภัณฑ์ ในขณะเดียวกันก็เป็นการสกัดโปรตีนส่วนที่ละลายน้ำได้ออกไป การบดเนื้อโดยเติมเกลือไปด้วย ซึ่งนับเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากเกลือจะช่วยในด้านรสชาติและเพิ่ม ionic strength ของเนื้อสัตว์ทำให้การละลายของ actomyosin เพิ่มขึ้น โดยทั่วไปใช้เกลือประมาณ 2.5-3.0 % โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ในระหว่างการบดต้องมีการควบคุมอุณหภูมิเพื่อป้องกันการแปรสภาพของโปรตีนอันเนื่องมาจากแรงเสียดทานในระหว่างการบด ซึ่งทำให้เกิดความร้อนและในขั้นตอนสุดท้าย คือ การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C จะมีผลต่อ actomyosin โดย sol จะเปลี่ยนไปอยู่ในรูป gel ซึ่งมีโครงสร้างเป็นตาข่าย ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหนียว รูปที่ 2



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของ actomyosin sol เมื่อให้ความร้อนในกระบวนการผลิตลูกชิ้น (Suzuki, 1981)

011950

Tanikawa (1971) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นได้แก่ ชนิดของเนื้อที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ความสดของเนื้อ ความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ ปริมาณเกลือที่ใช้ ส่วนผสมที่ใช้ได้แก่ แป้ง น้ำตาล น้ำมัน และ โพลิฟอสเฟต ตลอดจนสภาพการให้ความร้อนในกระบวนการผลิต

Kitabayashi (1954) รายงานว่า myosin ที่มีอยู่ในเนื้อปลามีประมาณ 3 ถึง 4 เท่าของที่มีอยู่ในเนื้อปลาหมึก ดังนั้นผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ใช้เนื้อปลาจึงให้คุณภาพดีกว่า Shimizu (1960) รายงานว่าผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นจะให้คุณภาพดีที่สุดเมื่อเตรียมจากเนื้อที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.5-7.0 Tanikawa (1971) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือที่ใช้กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ พบว่าปริมาณ เกลือ 3 % ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะดีที่สุด ดังนั้นโดยทั่วไปจึงนิยมใช้เกลือเป็นส่วนผสม ในปริมาณ 2-3 %

Tanikawa (1959) รายงานว่า การผลิตที่ไม่มีการเติมน้ำในส่วนผสม ปริมาณสูงสุดของแป้งที่ใช้ 10 % จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแน่นสูงมาก และถ้ามีการเติมน้ำลงไปในส่วนผสม 5 % สามารถเพิ่มปริมาณแป้งที่ใช้เป็น 20 % Okada และ Tada (1953) ศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่มีการเติม polyvinyl alcohol, methyl cellulose, carboxymethyl cellulose, gelatin, gluten และแป้งมันสำปะหลัง จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า gel-strength (tensile strength x elongation) ลดลงเมื่อเติม polyvinyl alcohol, carboxymethyl cellulose, methyl cellulose และ gelatin ส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งมันสำปะหลังและ gluten จะมีค่า gel-strength เพิ่มขึ้น

การเติมโพลิฟอสเฟต ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นโดยทั่วไปมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำและความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากโพลิฟอสเฟต ทำหน้าที่เพิ่มความเป็นกรด-ด่าง และ ionic strength ของเนื้อทำให้ myosin ละลายได้ง่ายขึ้น ผลของการเติมโพลิฟอสเฟต ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ actomyosin ทำนองเดียวกับเมื่อเติม adenosine triphosphate ซึ่งทำให้ myosin มีความสามารถในการละลายมากขึ้น ทั้งนี้การใช้โพลิฟอสเฟต อาจใช้ในรูปของ pyrophosphate, tri-polyphosphate หรือ hexametaphosphate เพียงชนิดใดชนิดหนึ่งหรือมากกว่า 1 ชนิด ผสมกันก็ได้ (Tanikawa, 1971)

การผลิตลูกชิ้นบางครั้ง อาจมีการเติมส่วนผสมของน้ำตาลโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นเครื่องปรุงรส นอกจากนั้นยังทำให้เกิดความมันวาวที่ผิวของผลิตภัณฑ์และถึงแม้ว่าในเนื้อปลาที่มีปริมาณไขมันสูงจะไม่เหมาะสมสำหรับการผลิตลูกชิ้นก็ตาม ในแง่การศึกษาเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารในผลิตภัณฑ์ จึงได้มีการทดลองเติมส่วนผสมน้ำมันในกระบวนการผลิต และ Tanikasa (1971) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งและน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม ถึงแม้ว่าจะมีการเติมน้ำมันในปริมาณมากก็ไม่มีผลต่อการลดค่า gel-strength ของผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้น Okada(1961) พบว่า โปแตสเซียมโบรเมตซึ่งมีสมบัติเป็น oxidizing agent มีผลต่อการเพิ่มค่า gel-strength ในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาด้วย

ปริมาณส่วนผสมโดยทั่วไป ที่ใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสำหรับโพลิฟอสเฟต ประมาณ 0.1 - 0.5 % โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ที่นิยมใช้โดยทั่วไปและให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี คือ 0.3 % โดยน้ำหนัก (The British Food Manufacturing Industries Research Association, 1973) binder ซึ่งใช้เป็นสารช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง 5-20 % โดยน้ำหนัก (Tanikawa, 1971) wheat gluten 0.2-5.0 % (Karmar, 1976) ซึ่งปริมาณ wheat gluten ที่ใช้เป็นส่วนผสมไม่ควรเกิน 5 % เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง ลดความมันวาวที่ผิว และมีกลิ่นของ gluten ในผลิตภัณฑ์ โปรตีนจากน้ำนม (ได้แก่ sodium caseinate) 1-2 % และ ไข่ขาว 2-5 % โดยน้ำหนัก (Johnson, 1979) เป็นต้น

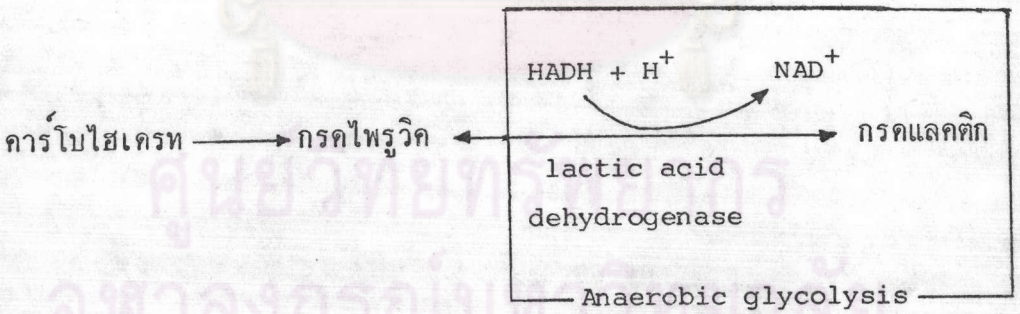
ผลิตภัณฑ์แหนม

Frazier (1979) กล่าวถึงกระบวนการหมัก (fermentation) ว่าเป็นการย่อยสลายสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทหรือสารประกอบอื่น ๆ โดยอาศัยจุลินทรีย์ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมี ชีวเคมีและลักษณะทางกายภาพของอาหาร โดยสภาพที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอาจจะเป็นสภาพที่มีออกซิเจน หรือไม่มีออกซิเจนก็ได้ ขบวนการหมักเพื่อให้ได้มาซึ่งกรดแลคติก (lactic acid fermentation) เกิดจากการที่จุลินทรีย์บางประเภท สามารถเปลี่ยนสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทให้เป็น กรดแลคติก โดยขบวนการดังกล่าว แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ แบบ homo lactic acid fermentation ซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์ประเภทที่ย่อยสลายคาร์โบไฮเดรทแล้วให้กรดแลคติกเพียงอย่างเดียว ได้แก่ Lactobacillus

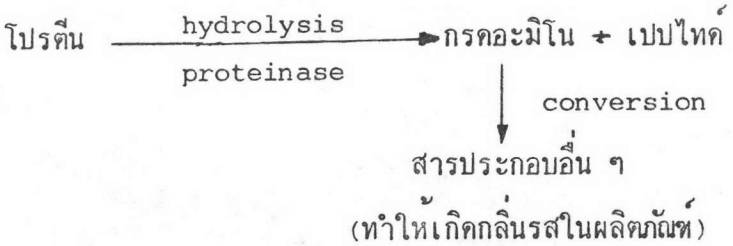
caucasicus (L. caucasicus), L. lactis, L. helveticus, L. caidophilus และ L.thermophillus เป็นต้น และแบบ hetero lactic acid fermentation ซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์ประเภทที่ย่อยสลายสารคาร์โบไฮเดรทแล้วให้ กรดแลคติก และสารประกอบอื่นปะปนมาด้วย เช่น เอธิลอัลกอฮอล์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ได้แก่ L. pastrorianus, L. bucherii, L. brevis และ L. fermenti เป็นต้น

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับ การหมักแหนม (ลูกจันทร์ ภัครัชพันธุ์, 2524) คือ พวก Pediococcus และ Lactobacillus ซึ่งได้แก่ Pediococcus cerevisiae, L. plantarum และ L. brevis เป็นต้น ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ดังกล่าวอยู่ในช่วงอุณหภูมิปานกลาง (mesophiles) และสามารถเจริญได้ใน อุณหภูมิ ช่วงกว้าง คือ ตั้งแต่ 20 ถึง 40 °C

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักผลิตภัณฑ์เนื้อ (Banwart, 1981) ขึ้นอยู่กับ วิธีการทำ อุณหภูมิการหมัก และอัตราการสลายตัวของเนื้อซึ่งเกิดจากการทำงานของน้ำย่อยของจุลินทรีย์ กลไกการเกิดกรดแลคติกเมื่อจุลินทรีย์ใช้สารอาหารคาร์โบไฮเดรทเป็นแหล่งคาร์บอนโดยการย่อยสลายสารอาหารผ่าน glycolytic pathway จากคาร์โบไฮเดรทปลี่ยนไปอยู่ในรูปของกรดไพรูวิคและเข้าสู่ anaerobic glycolysis ซึ่งจากกรดไพรูวิค จะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปกรดแลคติก โดยอาศัย เอ็นไซม์ lactic dehydrogenase เป็นดังนี้



สำหรับการเปลี่ยนแปลง อันเนื่องจากจุลินทรีย์ใช้สารอาหารพวกโปรตีนเป็นแหล่งไนโตรเจนโดยอาศัยน้ำย่อยของจุลินทรีย์ ในการย่อยสลายสารอาหารพวกโปรตีนไปอยู่ในรูปของกรดอะมิโนและเปปไทด์ จากกรดอะมิโนที่ได้จะทำให้เกิดกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นคือ



โดยทั่วไปแหนมเป็นอาหารหมักจากเนื้อหมู ซึ่งได้จากการนำเนื้อหมูมาบดละเอียดผสมกับหนังหมูและเครื่องเทศต่าง ๆ ได้แก่ เกลือ ดินประสิว กระเทียม ข้าวสุก พริกไทยป่น พริกขี้หนู เป็นต้น แหนมที่หมักจนได้ที่แล้วจะมีรสเปรี้ยวซึ่งเกิดจากกรดแลคติกที่จุลินทรีย์สร้างขึ้น ผลิตภัณฑ์แหนมหมูที่ได้จากการเตรียมใหม่ ๆ จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6.2-6.3 และปริมาณความชื้น 80 % หลังจากหมักได้ประมาณ 4 วัน ความชื้นจะลดลงบ้าง แต่ค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลงเป็น 4.5-5.5 และเมื่อหมักต่อไปค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลงเหลือประมาณ 4 และปริมาณกรดแลคติกซึ่งมีประมาณ 0.5 % เมื่อหมักต่อไปจะเพิ่มขึ้นเป็น 1.28 -1.45% (ลูกจันทร์ ภัครัชพันธุ์, 2524)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย