บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

การใช้ยางมะละกอเพื่อทำให้เนื้อนุ่ม เป็นที่รู้จักกันมานานหลายศตวรรษแล้ว ในชาวพื้นเมืองของหมู่เกาะฮาวาย (สายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2516)

G.C. Roy ได้ทำการศึกษายางจากผลมะละกอดิบเป็นคนแรก พบว่า มีเอนไซม์หลายชนิดในยางมะละกอ (Caygill, 1979)

Wurtz และ Bouchet (1879) เป็นผู้ตั้งชื่อกลุ่มของโปรตีโอไลติคเอนไซม์ที่มีอยู่ในยางมะละกอว่า ปาเปน เพื่อที่จะอธิบายถึงคุณสมบัติที่สามารถย่อยโปรตีนของยางมะละกอ

Balls และคณะ (1937) ทำการแยกเอนไซม์ในยางมะละกอออกมาชนิดหนึ่ง พบว่ามีคุณสมบัติเป็นโปรตีโอไลติคเอนไซม์ แล้วตั้งชื่อเอนไซม์ชนิดนั้นว่า ปาเปน

Cayle และคณะ (1964) ได้ศึกษากลุ่มของโปรตีโอไลติคเอนไซม์ในยางมะละกอพบว่าประกอบไปด้วยเอนไซม์ต่าง ๆ หลายชนิด ได้แก่ ปาเปน ไคโมปาเปน (chymopapain) และ ปาปายา ไลโซไซม์ (papaya lysozyme)

ตารางที่ 1 แสดงเอนไซม์ในยางมะละกอ

เอนไซม์	น้ำหนัก โมเลกุล	Isoelectric point	ปริมาณที่มีในยางมะละกอ (เปอร์เซนต์)
ปาเปน	21,000	8.75	10
ไคโมปาเปน	36,000	10.10	45
ปาปายา ไลโซไซม์	25,000	10.50	20

Boudart (1970) พบว่ายางมะละกอสดจะมีความชื้นอยู่ประมาณ 80 เปอร์เซนต์ เมื่อไล่ความชื้นออกไปจนเหลือประมาณ 8 เปอร์เซนต์จะได้ปาเปนดิบ วิธีที่ใช้ไล่ความชื้นในยางมะละกอได้แก่ การใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ใช้ตู้อบ และใช้ Spray dry พบว่ามีผลทำให้คุณภาพของปาเปนลดลง

สายสนม ประดิษฐ์ดวง (2516) ได้ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของยางมะละกอเพียงอย่างเดียวที่จะทำให้เนื้อนุ่ม โดยอาศัยเครื่อง shear press ในการวัดค่าแรงกดเฉือน ที่กระทำต่อเนื้อ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณของยางมะละกอที่เหมาะสมสำหรับการทำให้เนื้อหนัก 100 กรัมนุ่มพอดี จะอยู่ระหว่าง 0.05 กรัมถึง 0.1 กรัม แต่ถ้าใช้ยางมะละกอมากเกินไปจะได้เนื้อที่มีลักษณะเละ (mushy)

กาญจนา เนตรสำราญ (2518) ทำการสกัดปาเปนดิบจากยางมะละกอผลดิบ มาใช้ในการลดระยะเวลาการหมักน้ำปลาจากปลาหมึก โดยสกัดปาเปนดิบจากยางของผลมะละกอดิบที่ซื้อมาจากตลาด และจากผลมะละกอดิบที่ยังคงติดอยู่กับต้นมะละกอ

นภา ศิวรังสรรค์ และ สุณี พณิชชารสิทธิ์ (2528) สกัดปาเปนจากก้านใบของมะละกอ ด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิดคืออะซีโตนและเอธานอล 95 เปอร์เซนต์ พบว่าอัตราส่วนน้ำจากก้านใบมะละกอต่อเอธานอล 95 เปอร์เซนต์ เท่ากับ 1 ต่อ 2 จะให้ผลดีที่สุดในการสกัดปาเปนจากก้านใบ และยังพบว่าอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการอบเพื่อที่จะทำให้ปาเปนที่สกัดได้แห้งและสามารถเก็บไว้ได้นาน นำไปใช้ประโยชน์ในการทำเนื้อให้นุ่มได้เป็นอย่างดี

ในปัจจุบันนี้คำว่า ปาเปน ในทางอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมอาหาร หมายถึง กลุ่มของโปรตีโอไลติคเอนไซม์ที่สกัดได้จากยางมะละกอ (Keith et al., 1981)

เภสัชตำรับ (U.S.P. XXII, 1990) ได้กำหนดเอาไว้ว่า ปาเปนจะต้องมีแอ็คตวิตี้ ไม่น้อยกว่า 6,000 U.S.P. unit ต่อปาเปนหนัก 1 มิลลิกรัม

1 U.S.P. unit หมายถึง แอ็คตวิตี้ของปาเปน ซึ่งสามารถปลดปล่อยไทโรซีน 1 ไมโครกรัมจากสารละลายเคซีน 1 เปอร์เซนต์ ตามวิธีวิเคราะห์ในเภสัชตำรับ (U.S.P. XXII, 1990)

เสี่ยงการที่จะทำให้ยางมะละกอสัมผัสกับเหล็ก ทองแดง สังกะสี ปรอท เงิน สำหรับแก้ว ผ้า ไม้ พลาสติก อลูมิเนียม และเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) ไม่ทำให้คุณสมบัติในการย่อยโปรตีนของปาเปนเปลี่ยนแปลง ทริปโตเฟนในโมเลกุลปาเปนก็มีส่วนสำคัญต่อคุณสมบัติในการย่อยโปรตีน แต่ทริปโตเฟนถูกโฟโต-ออกซิไดส์ (Photo-oxidized) ได้ง่าย โดยแสงอุลตราไวโอเลต ดังนั้นการที่ยางมะละกอถูกทำให้แห้งเป็นปาเปนดิบโดยใช้แสงอาทิตย์อาจทำให้แอ็คติวิตี้ของปาเปนลดลงได้

3. ประโยชน์

มีการใช้ปาเปนในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย ซึ่งจะสามารถจำแนกปริมาณการใช้ปาเปนในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ดังนี้คือ การผลิตเบียร์ 75 เปอร์เซนต์ การผลิตเนื้อ 10 เปอร์เซนต์ การผลิตปลา 5 เปอร์เซนต์ อุตสาหกรรมอาหารอื่น ๆ 5 เปอร์เซนต์ อุตสาหกรรมยา 2 เปอร์เซนต์ และ อุตสาหกรรมอื่น ๆ 5 เปอร์เซนต์ (Flynn, 1975)

3.1 การใช้ปาเปนในการทำให้เนื้อนุ่ม

การใช้ปาเปน เพื่อทำให้เนื้อนุ่มเป็นการใช้ประโยชน์จากปาเปนที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายที่สุด โดยอาศัยคุณสมบัติของปาเปนในการทำปฏิกิริยาต่อเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และโปรตีนในกล้ามเนื้อของเนื้อ โดยเฉพาะเนื้อวัว การใช้ปาเปนในการทำให้เนื้อนุ่มนี้ จะมีการใช้ทั้งก่อนที่จะฆ่าวัว และภายหลังการฆ่าวัวแล้ว ซึ่งปฏิกิริยาของปาเปนในวิธีทั้งสองนั้นจะเกิดขึ้นในขณะที่ผู้บริโภคปรุงเนื้อเป็นอาหาร โดยปฏิกิริยาของปาเปนจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการปรุงเนื้อเพิ่มมากขึ้น และปฏิกิริยาของปาเปนจะหยุดลงเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส (Joseph, 1970; Keith et al, 1981)

การใช้ปาเปนในการทำเนื้อให้นุ่มก่อนจะฆ่าสัตว์นั้น จะทำโดยการฉีดสารละลายปาเปนเข้าไปในเส้นเลือดของสัตว์ก่อนที่จะฆ่า 2 - 30 นาที ขนาดที่ใช้คือ 2 - 6 ยูนิตของแอ็คติวิตี้ปาเปนต่อน้ำหนักตัวสัตว์ 1 กิโลกรัม วิธีการนี้มีข้อเสียเนื่องจากขนาดของปาเปนที่ใช้อาจจะทำให้สัตว์ถึงแก่ความตายก่อนที่จะทำการฆ่าซึ่งเกิดขึ้นได้มาก นอกจากนี้ผลเสียอีกประการเกิดขึ้นเนื่องจากแอ็คติวิตี้ของปาเปนไม่มีความเฉพาะเจาะจงจึงทำให้มีเนื้อบางส่วนหรืออวัยวะภายในของสัตว์ที่มีเลือดไปเลี้ยงมาก ๆ เช่น ตับ หรือไต มีลักษณะนุ่มมากเกินไปจนมีลักษณะเละได้ (Hogan, 1964, 1966)

การใช้ปาเปนกับเนื้อหลังจากที่ฆ่าแล้ว เป็นวิธีหนึ่งในหลายวิธีที่สามารถทำให้เนื้อนุ่มได้ การเก็บ (Ageing) เนื้อภายใต้สภาวะที่ควบคุมจำนวนแบคทีเรีย เป็นวิธีการทำให้เนื้อนุ่มที่ดีที่สุด (Keith et al, 1981) แต่การที่จะทำให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมสำหรับเก็บเนื้อและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บเนื้อ จะทำให้ต้นทุนในการผลิตเนื้อที่นุ่มมีราคาสูงมากขึ้น ด้วยเหตุดังกล่าวจึงมีการใช้ปาเปนในการทำให้เนื้อนุ่มภายหลังการฆ่า วิธีการที่ใช้ในปัจจุบันก็คือคลุกเอนไซม์ปาเปนชนิดผงลงบนเนื้อ ในบางครั้งจะใช้ส้อมแทงหรือจิ้มให้ทั่วผิวหน้าของชิ้นเนื้อเพื่อที่จะให้เอนไซม์แทรกเข้าไปในชิ้นเนื้อได้สะดวกขึ้น จากนั้นจึงนำไปปรุงเป็นอาหาร วิธีการนี้เหมาะที่จะใช้ในการทำให้เนื้อนุ่มภายในบ้าน ร้านอาหาร ภัตตาคาร และพ่อค้าปลีกที่ขายเนื้อเป็นชิ้น ๆ ในรูปของเนื้อแช่แข็ง วิธีการใช้ปาเปนภายหลังการฆ่าเชื้อ วิธีอื่น ๆ มีดังนี้

3.1.1 จุ่มเนื้อที่ตัดเป็นแผ่นบาง ๆ ลงในสารละลายปาเปนทันที ก่อนที่จะปรุงเป็นอาหาร

3.1.2 คลุกสารละลายปาเปนบนเนื้อก่อนที่จะนำออกจำหน่าย

3.1.3 พ่นสารละลายปาเปนบนเนื้อที่ตัดบาง ๆ ก่อนจะนำออกจำหน่าย

3.1.4 ห่อเนื้อด้วยกระดาษที่ทาสารละลายปาเปนเอาไว้ก่อน

3.1.5 ใช้เข็มฉีดยา ฉีดสารละลายปาเปนเข้าไปในกล้ามเนื้อของสัตว์ภายหลังจากที่ฆ่าสัตว์แล้ว

3.2 <u>การใช้ปาเปนในอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์</u>

ในการผลิตเบียร์เอนไซม์ต่าง ๆ ในข้าวมอลท์ (Malt) จะทำปฏิกิริยาปลดปล่อยสารคาร์โบไฮเดรตที่ละลายในน้ำ (soluble carbohydrates) และสารที่เป็นแหล่งของไนโตรเจนออกมา ซึ่งสารต่าง ๆ เหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ ทำให้ยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ดีและผลิตเอธานอลออกมาได้ในปริมาณมาก ดังนั้นการใช้โปรตีโอไลติคเอนไซม์ (ปาเปน) ร่วมกับเอนไซม์อะไมเลส (Amylase) จะทำให้ลดปริมาณของข้าวมอลท์ที่ใช้ลงได้ มีผลทำให้ระยะเวลาและต้นทุนในการผลิตเบียร์ลดลง (Kuchinke, 1973; Hartmeiser and Hult, 1976)

เมื่อเก็บเบียร์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ มักเกิดตะกอนขุ่น (Chill haze) เนื่องจากการตกตะกอนของสารประกอบเชิงซ้อนพวกโปรตีนกับโพลีไฮดริคฟีนอล (Protein-polyhydric phenol complex) หรือสารประกอบเชิงซ้อนของโปรตีนกับแทนนิน (Protein-tannin complex) การป้องกันการเกิดตะกอนดังกล่าวจะทำได้โดยการใช้ปาเปนไปทำปฏิกิริยากับสารประกอบเชิงซ้อนโปรตีนเหล่านั้นซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่า Chill-proofing

วิธีการทำ Chill-proofing จะทำโดยการเติมปาเปนลงในเบียร์ที่ผลิตมาตามขั้นตอนต่าง ๆ แล้ว ในระหว่างรอการบรรจุลงภาชนะบรรจุจะเติมปาเปนลงไปแล้วเก็บเบียร์นั้นไว้ที่อุณหภูมิ 5 - 6 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 - 5 วัน ทำการกรองเบียร์ แล้วนำมาพลาสเจอร์ไรส์ (Pasteurised) ก่อนบรรจุลงภาชนะต่าง ๆ ตามต้องการ (Wallerstein, 1911)

ในปัจจุบันมีการใช้สารดูดซับ (Adsorbant) เช่น Polyvinylpyprolidone ในการดูดซับสารประกอบ พวกสารประกอบโปรตีนเชิงซ้อน (complexing proteins) ในการป้องกันการขุ่นของเบียร์เมื่อเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ (Flynn, 1975)

3.3 <u>การใช้ปาเปนในทางเภสัชกรรมและทางการแพทย์</u>

ปาเปนได้ถูกนำมาใช้ในทางเภสัชกรรมและทางการแพทย์มากมาย แต่ปริมาณของปาเปนที่ใช้ไม่มากนัก (Flynn, 1975) ปาเปนใช้เป็นยาภายนอกในการรักษาหูด ลบรอยแผลเป็น รักษาสิว ทำความสะอาดผิวหนัง และใช้เป็นส่วนผสมของยาสีฟัน (Canero et al, 1972) ในส่วนของยาใช้ภายในร่างกาย ปาเปนใช้เป็นยาฆ่าพยาธิ ยาช่วยย่อยอาหาร และใช้เป็นยารักษาภาวะการเกิดลิ่มเลือดในหัวใจและหลอดเลือด (Innerfield, 1975) ใช้เป็นยาลดอาการบวมต่าง ๆ (Reynolds, 1990)

ในทางการแพทย์มีการใช้ปาเปนในการทำศัลยกรรมพลาสติกของเพดานปาก และแผ่นรองกระดูกสันหลัง นอกจากนี้ยังใช้ในการเตรียมอนุพันธ์ของไทโรซีน (Tyrosine) เพื่อใช้ในการรักษาโรคพาร์คินสัน (Renth et al, 1973) ใช้ในการผลิตวัคซีนป้องกันโรคบาดทะยัก (Tetanus vaceine) (Helting, 1975, 1976)

3.4 <u>การใช้ปาเปนในอุตสาหกรรมอื่น ๆ</u>

3.4.1 มีการใช้ปาเปนในอุตสาหกรรมหนังสัตว์และเส้นใย โดยใช้ในขบวนการฟอกหนังสัตว์ให้มีความนุ่มเป็นพิเศษ (Monsheimer and Pfleiderer, 1974) ใช้ในการป้องกันการหดตัวของเส้นใยจากขนสัตว์ (Inone, 1976) และใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของผ้าไหม (Okomura et al, 1972)

3.4.2 ใช้ในการเตรียมโปรตีนเข้มข้นจากเนื้อปลาทะเลส่วนที่เป็นเศษปลา และไม่สามารถใช้รับประทานได้ (Jones and Mercier, 1974)

3.4.3 ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตขนมปัง โดยใช้ปาเปนลดปริมาณของโปรตีนกลูเท็น (Gluten) ในแป้งข้าวสาลี ให้มีปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตขนมปังชนิดต่าง ๆ (Rotsch, 1966)

3.4.4 ใช้ในการผลิตน้ำแอปเปิลให้มีลักษณะใส (Meurens, 1974)

3.4.5 ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตหมากฝรั่ง (Flynn, 1975)

4. <u>อาการข้างเคียง หรืออาการไม่พึงประสงค์ของปาเปน</u>

ปาเปนสามารถทำให้เกิดโรคที่ปอดเนื่องจากการแพ้ผงปาเปนที่สูดดมเข้าไปในปอด (Flindt, 1978) เป็นตัวกระตุ้นอย่างแรงในการทำให้เกิดโรคที่ระบบทางเดินหายใจ (Pushpakom et al., 1970; Collins et al., 1978; Novey et al., 1980) และมีผลการทดลองว่าทำให้ตัวอ่อนในครรภ์ของหนูมีรูปร่างวิปริต (Teratogenic effect) (Singh and Devi, 1978)

Holsinger และคณะ (1968) รายงานว่า ผู้ป่วยเพศหญิง 1 ราย ได้รับปาเปนขนาด 1.2 กรัมทุก ๆ 12 ชั่วโมงเป็นเวลา 10 วัน เพื่อรักษาอาการอุดตันในทางเดินอาหาร มีอาการเส้นโลหิตแดงใหญ่ (Aorta) แตกและในที่สุดถึงแก่ความตาย

Kirby และคณะ (1974) รายงานว่าสารละลายของปาเปนทำให้เกิดผื่นคันในกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาทั้ง 20 คน

Bernstein และคณะ (1984) รายงานว่าพบผู้ป่วยมีอาการบวมที่เลนส์ตาและกระบอกตา ใน 4 ชั่วโมงหลังจากใส่เลนส์สัมผัส (Contact lens) ที่ทำความสะอาดด้วยสารละลายซึ่งมีปาเปนเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย