

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 มะพร้าว

มะพร้าวเป็นพืชตระกูลปาล์มชนิดหนึ่ง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. สามารถแบ่งมะพร้าวได้เป็น 2 ประเภท คือ มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง และมะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย ซึ่งมีขนาดรูปร่างและสีของต้นมะพร้าวแตกต่างกัน (ณรงค์ โฉมเฉลา, 2548) โดยที่มะพร้าวพันธุ์ต้นสูงมีผลโต เนื้อหนา ปริมาณเนื้อมากใช้เนื้อจากผลแก่ไปประกอบอาหาร ทำมะพร้าวแห้งสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าว ส่วนมะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ยจะมีผลขนาดเล็ก เมื่อผลแก่มีเนื้อบางและน้อย แต่เนื้อมีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่น นิยมปลูกไว้เพื่อรับประทานผลอ่อน (สุภาวดี ภัทร โกศล, 2542; ณรงค์ โฉมเฉลา, 2548; ธรา วิริยะพานิช, 2548)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (สุภาวดี ภัทร โกศล, 2542)

ผล (Fruit) ผลมะพร้าวเกิดเป็นช่อเรียกว่า ทะลาย (Bunch) มีเยื่อหุ้มผล (Pericarp) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ

1. Exocarp คือ เปลือกชั้นนอกสุดของผลมะพร้าวประกอบด้วยเส้นใยที่เหนียวและแข็ง มีผิวเรียบ สีเปลือกอยู่ในช่วงสีเขียวถึงสีน้ำตาลแดงเมื่อมะพร้าวแก่เปลือกจะเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลเทา

2. Mesocarp คือ เปลือกชั้นกลาง เรียกว่ากาบมะพร้าว (Husk) ประกอบด้วยส่วนของเนื้อเยื่อทั้งหมดที่ได้เปลือกชั้นนอกจนถึงกะลา มีความหนาประมาณ 2 เซนติเมตร

3. Endocarp คือ เปลือกชั้นใน เป็นส่วนของกะลามะพร้าว (Shell) ซึ่งตรงส่วนบริเวณขั้วของผลจะมีตา 3 ตา ซึ่งแต่ละตาคจะอยู่ระหว่างเส้นแบ่งกะลาเป็น 3 ส่วน เป็นตาแข็งหรือตาบอด 2 ตา ส่วนอีกตาเป็นตาน้ำ มีขนาดใหญ่ และอยู่ตรงส่วนที่กว้างที่สุดของกะลา โดยมีลักษณะ (Embryo) แทรกตัวอยู่ตรงตาน้ำ เมื่อดันอ่อนนอกจะแทงทะลุตาน้ำนี้ออกมาแล้วเจริญเป็นต้นใหม่ต่อไป

เมล็ด (Seed) ส่วนของเมล็ด คือ ส่วนของผลทั้งหมดที่อยู่ในกะลา ประกอบด้วยเยื่อหุ้มเมล็ด (Seed Coat หรือ Testa) ซึ่งเป็นแผ่นบางสีน้ำตาลไปจนถึงเอนโดสเปิร์ม (Endosperm) ผลมะพร้าวมีเอนโดสเปิร์มอยู่ 2 ชนิด คือ เนื้อมะพร้าว (Solid Endosperm) และน้ำมะพร้าว (Liquid Endosperm) เมื่อผลแก่เยื่อหุ้มเมล็ดจะติดแน่นกับเนื้อ

2.1.2 การเปลี่ยนแปลงของผลมะพร้าวระหว่างการเจริญเติบโต

มะพร้าวเป็นพืชพวก Monoecious คือ มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกกันแต่อยู่ในช่อดอกเดียวกัน โดยการบานของดอกตัวผู้และดอกตัวเมียของมะพร้าวพันธุ์ต้นสูงจะบานไม่ตรงกัน ดังนั้นการผสมเกสรจึงเป็นการผสมข้ามโดยใช้เกสรจากต้นอื่นประมาณ 2 สัปดาห์หลังการผสมเกสรแล้วจะสังเกตเห็นรูปทรงของผลมะพร้าวที่เจริญมาจากรังไข่ของดอกตัวเมียอย่างช้า ๆ ประมาณ 4 เดือนเปลือกและกะลาจะเริ่มมีความหนามากขึ้น ประมาณ 6 เดือน ผลมะพร้าวมีขนาดโตเต็มที่เริ่มมีเนื้อมะพร้าวเป็นชั้นบาง ๆ โดยเนื้อมะพร้าวจะถูกสร้างขึ้นจากด้านที่อยู่ตรงข้ามก้านผลและขยายออกไปบริเวณรอบ ๆ ภายในผล โดยในช่วงแรกเนื้อมะพร้าวจะบางและมีลักษณะเป็นวุ้น ประมาณ 8 เดือนจะสังเกตเห็นเนื้อมะพร้าวสีขาว มีความอ่อนนุ่ม ต่อมาจะมีความหนาและความแข็งเพิ่มขึ้น กะลาเริ่มมีความแข็งและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณ 10 เดือน เนื้อมะพร้าวจะมีความแข็งมากขึ้นแต่ยังคงมีสีขาว มีเชื้อหุ้มเมล็ดสีน้ำตาลอยู่ด้านนอกโดยรอบและติดกับกะลา เนื้อมะพร้าวที่มีอายุมากขึ้นจะมีกรดไขมันสายสั้น (Short-Chain Fatty Acid) เพิ่มขึ้นและมีกรดไขมันสายยาว (Long-Chain Fatty Acid) ลดลงประมาณ 11-13 เดือน มะพร้าวจะแก่เต็มที่โดยระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงของผลมะพร้าวระหว่างการเจริญเติบโตขึ้นกับสภาพภูมิอากาศที่เพาะปลูก ตลอดช่วงที่ผลมะพร้าวเริ่มแก่จนกระทั่งแก่เต็มที่น้ำหนักของผลมะพร้าวจะลดลง เนื่องจากเปลือกเริ่มแห้งและเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลถึงน้ำตาลแดง รวมทั้งน้ำมะพร้าวมีปริมาณลดลง (รัชณี จิตวานิช, 2532 ; Salunkhe and Kadam, 1995 ; Santoso et al., 1996) ผลมะพร้าวจัดเป็น Non-Climacteric Fruit ซึ่งเป็นกลุ่มของผลไม้ที่อัตราการหายใจไม่เปลี่ยนแปลงระหว่างที่ผลไม้สุก โดยผลจะสุกอยู่กับต้นสังเคราะห์เอทิลีนได้น้อย และอัตราการหายใจแบบ Non-Climacteric จะลดลงตลอดเวลาหลังการเก็บเกี่ยว (คนัย บุญเกียรติ และนิธิยา รัตนานนท์, 2548)

2.1.3 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำและเนื้อมะพร้าว

ผลมะพร้าวประกอบด้วยส่วนที่บริโภคได้ร้อยละ 72 ในเนื้อมะพร้าวสดจะมีไขมันและคาร์โบไฮเดรตสูงและมีโปรตีนปานกลาง โดยคุณค่าทางโภชนาการของมะพร้าวอ่อนและมะพร้าวแก่ แสดงดังตารางที่ 2-1 เมื่อมะพร้าวมีอายุมากขึ้นนอกจากเนื้อมะพร้าวจะมีความหนาเพิ่มขึ้น และมีปริมาณน้ำมะพร้าวลดลงแล้ว คุณค่าทางโภชนาการต่าง ๆ ของเนื้อและน้ำมะพร้าวยังเกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้ น้ำมะพร้าวมีปริมาณความชื้นและโปรตีนมีค่ามากขึ้น ขณะที่ปริมาณไขมันคาร์โบไฮเดรตลดลง เนื่องจากระหว่างการเจริญเติบโต ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของน้ำมะพร้าวมีปริมาณเพิ่มขึ้นจนถึงอายุ 8 เดือน หลังจากนั้นจึงมีปริมาณลดลง ส่วนเนื้อมะพร้าวพบว่า เนื้อมะพร้าวมีปริมาณไขมัน คาร์โบไฮเดรตและโปรตีนเพิ่มขึ้น แต่มีความชื้นและใยอาหารลดลง เมื่อมะพร้าวมีอายุมากขึ้น (กองโภชนาการ, 2532; Gatchalian, Leon and Yano, 1994)

ตารางที่ 2-1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำและเนื้อมะพร้าวจากมะพร้าวอ่อนและมะพร้าวแก่
(กองโภชนาการ, 2532)

วัตถุดิบ	ความชื้น	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	ใยอาหาร	โปรตีน	เถ้า
น้ำมะพร้าวอ่อน	94.40	0.40	4.50	0.00	0.20	-
น้ำมะพร้าวแก่	96.40	0.00	2.10	0.00	1.00	-
เนื้อมะพร้าวอ่อน	83.10	2.00	7.70	4.50	1.60	1.10
เนื้อมะพร้าวแก่	51.70	28.20	16.00	3.00	3.20	-

หมายเหตุ: หน่วย หมายถึง ร้อยละของน้ำหนักเปียก

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

คาร์โบไฮเดรตและใยอาหาร

น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตส เป็นน้ำตาลที่พบมากที่สุดใต้น้ำมะพร้าวอ่อน โดยมีปริมาณร้อยละ 44.90 และ 43.90 ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ขณะที่พบน้ำตาลซูโครสเพียงร้อยละ 1.02 ของน้ำหนักแห้ง (Santoso et al., 1996) สำหรับคาร์โบไฮเดรตและใยอาหาร (Dietary Fiber) ของเนื้อมะพร้าวประกอบด้วยกาแลคโตแมนแนน (Galactomannan) และเซลลูโลส (Cellulose) ในทุกช่วงอายุ แต่ไม่พบแมนแนน (Mannan) ในมะพร้าวอ่อนซึ่งแมนแนนจะเพิ่มขึ้นเมื่อมะพร้าวมีอายุมากขึ้น ทั้งนี้กาแลคโตแมนแนนเป็นพอลิแซคคาไรด์หลักที่มีปริมาณมากถึงร้อยละ 61 ของปริมาณพอลิแซคคาไรด์ทั้งหมดในเนื้อมะพร้าวแก่ รองลงมาคือแมนแนนและเซลลูโลสซึ่งมีปริมาณร้อยละ 26 และ 13 ตามลำดับ ซึ่งกาแลคโตแมนแนนและเซลลูโลสเป็นสารที่ใช้สร้างเป็นผนังเซลล์ชั้นแรกของเนื้อมะพร้าว ขณะที่แมนแนนจะถูกสะสมเป็นความหนาของเนื้อมะพร้าวต่อไป องค์ประกอบของพอลิแซคคาไรด์ของผนังเซลล์ของเนื้อมะพร้าว ประกอบด้วยเพคติน (ประกอบด้วยฟรุกโตส กลูโคส แมนโนสและไซโลส) เฮมิเซลลูโลส (ประกอบด้วยอะราบิโนส กาแลคโตสและกลูโคส) และแอลฟา-เซลลูโลส (ประกอบด้วยกลูโคส) (พิมลพรรณ ปุชกะวิมล, 2543) สำหรับพอลิแซคคาไรด์ของเนื้อมะพร้าวอ่อนประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลักและมีเฮมิเซลลูโลสและลิกนินเพียงเล็กน้อย ขณะที่เนื้อมะพร้าวแก่ประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 6.7-7.1 ของน้ำหนักแห้ง (Santoso et al., 1996)

โปรตีน

การสังเคราะห์โปรตีนของเนื้อมะพร้าว เริ่มจากบริเวณส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นส่วนแรก ดังนั้น เนื้อมะพร้าวส่วนที่สัมผัสน้ำมะพร้าวจึงมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าเนื้อมะพร้าวส่วนที่ติดกับกะลา นอกจากนี้ยังพบว่า เปลือกหุ้มเมล็ดและน้ำมะพร้าวมีปริมาณโปรตีนต่ำ โปรตีนในเนื้อมะพร้าวเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง เนื่องจากมีกรดอะมิโนไลซีน เมทไทโอนีนและทริปโตเฟนซึ่งเป็นกรดอะมิโนจำเป็นในปริมาณค่อนข้างสูง (Woodroof, 1990)

Santoso et al. (1996) วิเคราะห์องค์ประกอบของกรดอะมิโนในเนื้อมะพร้าว พบว่า ในเนื้อมะพร้าวอ่อนประกอบด้วยกรดอะมิโนไลซีน แอสพาทิกและอะลานินในปริมาณสูง คือ 4.72 1.60 และ 1.13 มิลลิกรัมต่อกรัม และในเนื้อมะพร้าวแก่ประกอบด้วยกรดอะมิโนอะลานิน กลูตามิกและไลซีนในปริมาณสูง และมีกรดอะมิโนหลายชนิดที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น ได้แก่ อะลานิน เซอรีน และอาร์จินีน

Jayalekshmy and Mathew (1990) วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเนื้อมะพร้าวอบแห้ง พบว่า ในเนื้อมะพร้าวอบแห้งมีโปรตีนร้อยละ 8.54 และวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของกรดอะมิโน โดยการไฮโครไลซ์โปรตีนในเนื้อมะพร้าวอบแห้ง พบว่า ในเนื้อมะพร้าวอบแห้งประกอบด้วยกรดอะมิโน 18 ชนิดและมีประมาณกรดอะมิโนทั้งหมด 7,416 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โดยมีปริมาณกรดกลูตามิกมากที่สุด รองลงมาคือ อาร์จินีนและกรดแอสพาร์ติก ตามลำดับ (1,460 1,049 และ 771 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตามลำดับ) สำหรับการวิเคราะห์กรดอะมิโนอิสระของเนื้อมะพร้าวอบแห้งเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด พบว่า มีปริมาณกรดอะมิโนอิสระในเนื้อมะพร้าวอบแห้งทั้งหมด 236.4 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โดยมีปริมาณทริปโตเฟนมากที่สุด รองลงมาคือ กรดกลูตามิกและกรดแอสพาร์ติก ตามลำดับ (74.0 38.05 และ 30.97 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ)

ไขมัน

เนื้อมะพร้าวแก่มีปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 34-45 โดยปริมาณไขมันจะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นในเนื้อมะพร้าว ระยะการเติบโตและพันธุ์มะพร้าว เนื่องจากการสังเคราะห์ไขมันของเนื้อมะพร้าวเกิดขึ้นในเซลล์ใกล้เคียงเยื่อหุ้มเมล็ด ทำให้เนื้อมะพร้าวที่อยู่ติดกับเยื่อหุ้มเมล็ดมีปริมาณไขมันสูงและปริมาณไขมันจะลดลงในส่วนเนื้อมะพร้าวด้านในที่ติดกับน้ำมะพร้าว ไขมันในเนื้อมะพร้าวประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่าร้อยละ 90 โดยมีปริมาณกรดลอริกมากที่สุด คือ มีปริมาณร้อยละ 40-50 (Salunkhe & Kadam, 1995; Santoso et al., 1996) จากการศึกษาของ Santoso et al. (1996) พบว่า ปริมาณกรดไขมันสายสั้นจะเพิ่มขึ้นเมื่อมะพร้าวมีอายุมากขึ้นและกรดไขมันสายยาวมีแนวโน้มลดลงในเนื้อมะพร้าวอายุ 8 เดือน ถึง 10 เดือน

เกลือแร่ และวิตามิน

ปริมาณเกลือแร่และวิตามินในน้ำและเนื้อมะพร้าวแสดงดังตารางที่ 2-2 และ 2-3 โดยพบว่า เมื่อมะพร้าวมีอายุมากขึ้นปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียมและฟอสฟอรัสในน้ำมะพร้าวมีปริมาณมากขึ้น ขณะที่ปริมาณแมกนีสิส เหล็ก และวิตามินซีมีค่าลดลง ส่วนเนื้อมะพร้าว พบว่า เมื่อมะพร้าวมีอายุมากขึ้นปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม ฟอสฟอรัส แมกนีสิส เหล็ก ไธอะมิน ไรโบฟลาวิน ไนอะซิน วิตามินซีและแอลฟา-โทโคฟีรอลมีปริมาณลดลง (Santoso et al., 1996)

ตารางที่ 2-2 ปริมาณเกลือแร่ของน้ำและเนื้อมะพร้าวจากมะพร้าวอ่อนและมะพร้าวแก่
(Santoso et al, 1996)

วัตถุดิบ	เกลือแร่ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)						
	แคลเซียม	แมกนีเซียม	โพแทสเซียม	โซเดียม	ฟอสฟอรัส	แมกนีสิส	เหล็ก
น้ำมะพร้าวอ่อน	0.47	0.11	3.50	0.03	0.08	20.3	4.06
น้ำมะพร้าวแก่	0.57	0.17	4.64	0.29	0.23	14.4	2.94
เนื้อมะพร้าวอ่อน	0.29	0.43	4.47	0.10	0.39	42.9	43.6
เนื้อมะพร้าวแก่	0.03	0.12	0.68	0.02	0.19	16.4	35.9

ตารางที่ 2-3 ปริมาณวิตามินของน้ำและเนื้อมะพร้าวจากมะพร้าวอ่อนและมะพร้าวแก่
(Santoso et al., 1996)

วัตถุดิบ	วิตามิน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)				
	ไธอะมิน	ไรโบฟลาวิน	ไนอะซิน	วิตามินซี	α-โทโคฟีรอล
น้ำมะพร้าวอ่อน	Trace	0.01	ND	7.41	ND
น้ำมะพร้าวแก่	0.01	0.01	ND	7.08	ND
เนื้อมะพร้าวอ่อน	0.26	0.14	11.6	37.8	38.1
เนื้อมะพร้าวแก่	0.10	0.02	1.49	5.27	0.94

2.2 น้ำมันมะพร้าว

2.2.1 ความหมายของน้ำมันมะพร้าวตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (กรมวิชาการเกษตร, สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, องค์การอาหารและเกษตรแห่งประชาชาติ (FAO)., 2548)

1. น้ำมันมะพร้าว เป็นน้ำมันที่ได้จากส่วนของมะพร้าวที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า โคลอสนิวซิเฟอรา (*Cocos nucifera*) เป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

2. การผลิตน้ำมันมะพร้าว ทำได้ดังนี้

2.1 วิธีธรรมชาติ ทำโดยการบีบอัดหรือโดยใช้ความร้อนหรือวิธีธรรมชาติอื่น ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และนำมาทำให้สะอาดโดยการล้าง การตั้งไว้ให้ตกตะกอน การกรอง หรือการหมุนเหวี่ยง

2.2 วิธีผ่านกรรมวิธี ทำโดยนำน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากวิธีธรรมชาติ หรือที่ได้จากการสกัดด้วยสารละลาย ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และนำมาผ่านกรรมวิธีบริสุทธิ์อีกครั้ง

2.3 วิธีอื่นตามที่ได้ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และนำมาผ่านกรรมวิธีบริสุทธิ์อีกครั้ง

3. น้ำมันมะพร้าวที่ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่าย หรือที่จำหน่ายเพื่อใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

3.1 ค่ากรด (Acid value) ไม่เกิน 40 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม สำหรับน้ำมันมะพร้าวที่ทำโดยวิธีธรรมชาติ และไม่เกิน 0.6 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม สำหรับน้ำมันมะพร้าวที่ผ่านกรรมวิธี

3.2 ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) ไม่เกิน 10.0 มิลลิกรัมสมมูลย์เปอร์ออกไซด์ออกซิเจน ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม

3.3 มีส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด โดยใช้วิธีก๊าซลิควิดโครมาโตกราฟี (Gas Liquid Chromatography; GLC)

3.4 ค่าซาปอนิฟิเคชัน (Saponification value) ระหว่าง 248 ถึง 265 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน 1 กรัม

3.5 ค่าไอโอดีนแบบวิจส์ (Iodine value, Wijs) ระหว่าง 6 ถึง 11

3.6 สารที่ซาปอนิฟายด์ไม่ได้ (Unsaponifiable matter) ไม่เกินร้อยละ 15 ของน้ำหนัก

ตารางที่ 2-4 ส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมดของน้ำมันมะพร้าว

กรดไขมัน	ส่วนประกอบ (ร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด)
กรดคาโปรอิก (Caproic acid)	ไม่เกิน 1.2
กรดคาปริลิก (Caprylic acid)	3.4-15
กรดคาปริค (Capric acid)	3.2-15
กรดลอริก (Lauric acid)	41-56
กรดไมริสติก (Myristic acid)	13-23
กรดปาล์มมิติก (Palmitic acid)	4.2-12
กรดสเตียริก (Stearic acid)	1.0-4.7
กรดโอเลอิก (Oleic acid)	3.4-12
กรดไลโนลีนิก (Linoleic acid)	0.9-3.7

3.7 มีสิ่งระเหยได้ (Volatile matter) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก

3.8 มีปริมาณสบู่ (soap content) ไม่เกินร้อยละ 0.005 ของน้ำหนัก

3.9 มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะสำหรับน้ำมันมะพร้าว

3.10 มีสิ่งอื่นที่ไม่ละลาย (insoluble impurities) ไม่เกินร้อยละ 0.05 ของน้ำหนัก

3.11 ไม่มีกลิ่นหืน

3.12 ไม่มีน้ำมันแร่

4. น้ำมันมะพร้าวที่ใช้วัตถุประสงค์เพื่อป้อนอาหาร หรือที่มีสารปนเปื้อน ต้องใช้หรือมีได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดไว้

5. น้ำมันมะพร้าวที่ใช้ประโยชน์อย่างอื่น นอกจากใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ให้ได้รับการยกเว้น ไม่ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในข้อ 3 และข้อ 4 ต้องฉลากไว้ที่ภาชนะบรรจุว่า “ห้ามใช้รับประทาน” ด้วยตัวอักษรสีแดง ขนาดไม่เล็กกว่า 1 เซนติเมตร ในกรอบพื้นสีขาวและในฉลากนั้น ให้แสดงเครื่องหมายที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาออกไว้ให้ด้วย

6. ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุน้ำมันมะพร้าวที่ใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก

2.2.2 คุณสมบัติและองค์ประกอบของน้ำมันมะพร้าว

น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันที่สกัดได้จากเนื้อมะพร้าวแห้ง (copra) ของต้นมะพร้าว ซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* น้ำมันมะพร้าวมีสีตั้งแต่สีเหลืองอ่อนจนถึงสีขาว อยู่ในสภาพของเหลวที่อุณหภูมิสูงกว่า 26 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียสลงมาเล็กน้อย น้ำมันมะพร้าวจะแข็งตัว (Swem, 1970) ทั้งนี้เนื่องจากมีกรดไขมัน โมเลกุลสั้นอยู่มากถึงร้อยละ 50 (Weiss, 1970) และส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันอิ่มตัว การมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) เป็นจำนวนน้อย ทำให้น้ำมันมะพร้าวมีความคงทนต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดี (Child, 1974; Eckey, 1954)

ปัจจุบันมีการนำน้ำมันมะพร้าวมาใช้ในหลายรูปแบบ ทั้งแบบน้ำมันที่ไม่ได้ไฮโดรจิเนต (unhydrogenated oil) แบบที่ไฮโดรจิเนตบางส่วน (partially hydrogenated oil) และแบบไฮโดรจิเนตแบบแข็งตัว (fully hydrogenated oil) แบบที่ไม่ได้ไฮโดรจิเนตใช้เป็นตัวเคลือบของไอศกรีมแท่ง เนื่องจากแข็งตัวเมื่ออยู่ในรูปผลิตภัณฑ์และหลอมตัวอย่างรวดเร็วเมื่อรับประทาน นอกจากนี้ยังนำมาใช้เป็นน้ำมันทอดพวกผลไม้เปลือกแข็ง (nuts) และอาหารว่าง (snack)

การที่น้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมัน โมเลกุลสั้น ทำให้มีค่าความหนืดต่ำกว่าน้ำมันทั่วไป จึงทำให้มีความรู้สึกเลี่ยน (greasy) น้อยเมื่อรับประทาน และเหมาะในการฉีดเคลือบ (spray coating) ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติและขนมปังกรอบ และใช้เป็นสารหล่อลื่นผลิตภัณฑ์ลูกกวาดต่างๆ เช่น คาราเมล ส่วนน้ำมันมะพร้าวที่ไฮโดรจิเนตบางส่วน มีการนำมาใช้แทนน้ำมันเนยในการผลิตนมข้นหวาน ประโยชน์ของนมข้นหวานนอกจากจะนำมาบริโภคโดยตรงแล้ว ยังใช้ในการทำนมอบต่างๆ ทำไอศกรีม ทำลูกกวาด มายองเนส เป็นต้น (ประกาย จิตกร, 2526) ส่วนน้ำมันมะพร้าวที่ทำให้แข็งตัวมักใช้ในผลิตภัณฑ์พวกไขมันครีมสังเคราะห์แทนไขมันจากเนย

น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันพืชที่ถูกเรียกว่า กลุ่มน้ำมันลอริก (Lauric oils) เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของน้ำมันชนิดนี้ ประกอบไปด้วยกรดไขมันลอริก (Lauric acid) นอกจากนี้ น้ำมันกลุ่มนี้ยังได้จากพืชชนิดอื่น เช่น น้ำมันปาล์ม เป็นต้น

กรดไขมันร้อยละ 90 ของน้ำมันมะพร้าวเป็นกรดไขมันอิ่มตัว เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวจะมีค่าไอโอดีนอยู่ในช่วง 7-12 จากคุณสมบัติที่อิ่มตัวของกรดไขมันนี้ ทำให้มีความสามารถในการป้องกันการเหม็นหืน ได้ดี (Gordon and Rahman, 1991)

กรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอมน้อยกว่า 12 อะตอม จะถูกจัดให้อยู่ในจำพวกกรดไขมันขนาดกลาง (Medium Chain Fatty Acid; MCFA) เอสเทอร์ของ MCFA กับกลีเซอรอลจะเป็นที่รู้จักในรูปไตรกลีเซอไรด์ขนาดกลาง (Medium Chain Triglyceride; MCT) ซึ่งเป็นส่วนประกอบในอาหารทางการแพทย์ และสูตรอาหารสำหรับเด็ก

น้ำมันมะพร้าวเป็นแหล่งที่มี MCFA ในปริมาณที่สูงเนื่องจากมีองค์ประกอบของกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอม C6 C8 และ C10 มากกว่าร้อยละ 15

ค่าซาโปนิฟิเคชันของน้ำมันมะพร้าวที่ยังไม่ได้ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ มีค่าประมาณร้อยละ 0.5 โดยค่าเหล่านี้เกิดจากสารจำพวกโทโคฟีรอล (tocopherol) สเตียรอล (sterols) สควาลีน (squalene) รังควิว และคาร์โบไฮเดรต กลิ่นและรสของน้ำมันมะพร้าวจะขึ้นอยู่กับปริมาณของซิกมา-แลกโตน และแกมมา-แลกโตน สารเหล่านี้จะมีปริมาณน้อยมาก (Young, 1983) สารที่ซาโปนิฟายด์นี้จะมีสารที่สำคัญ คือ โทโคฟีรอล ซึ่งเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ในน้ำมันมะพร้าว

โดยปกติแล้วในน้ำมันมะพร้าวที่ไม่ได้ผ่านการทำให้บริสุทธิ์จะมีโทโคฟีรอลถึง 50 ppm และในจำนวนนั้นเป็นแอลฟา-โทโคฟีรอลถึง 40.7 ppm (Gordon and Rahman, 1991) แทบทั้งหมดของซาโปนิฟายด์จะถูกกำจัดออก เมื่อผ่านกระบวนการรีฟายนิง (refining) การฟอกสี (bleaching) และการกำจัดกลิ่น (deodorizing) คุณสมบัติทางเคมีทางกายภาพของน้ำมันมะพร้าวที่ทำให้บริสุทธิ์ (Refined Bleaching Deodorizing Coconut oil; RBD coconut oil) แสดงดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันมะพร้าวที่ทำให้บริสุทธิ์ (Bernardini, 1985)

Characterics	Range
Melting point (°C)	22-26
Density (60 °C)	0.890-0.895
Specific gravity (40 °C / water at 20 °C)	0.908-0.921
Titer (°C)	20-24 C
Refractive index (40 °C)	1.448-1.450
Saponification value	248-265
Iodine value	6-11
Acid value	
Virgin oil	4 mg KOH/1g oil
Nonvirgin oil	0.6 mg KOH/1g oil
Peroxide value	10 max
Reichert-Meissel value	6-8.5
Polenki value	13-18
Unsaponifiable	15 g/kg max

2.2.3 ชนิดของน้ำมันมะพร้าว (Bendana, 1996)

ในปี 2545 ประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตมะพร้าว 1.42 ล้านตัน และประมาณร้อยละ 30 ของมะพร้าวผลทั้งหมดถูกนำมาใช้แปรรูปเป็นน้ำมันมะพร้าว (ลลิตา อัดน โถ, 2548) น้ำมันมะพร้าวมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิต ซึ่งพอแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันมะพร้าวทั่วไป (RBD Coconut Oil) และน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (Virgin Coconut Oil) ซึ่งน้ำมันมะพร้าวกำลังได้รับความสนใจอย่างสูงเนื่องจากเป็นที่นิยมและยอมรับอย่างกว้างขวางว่ามีคุณประโยชน์มากมายต่อสุขภาพ

1. น้ำมันมะพร้าว (Refined Bleaching Deodorizing Coconut oil; RBD) สกัดได้จากเนื้อมะพร้าวห้าวโดยการบีบ หรือสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วนำไปผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ (Refining) โดยการกำจัดกรดไขมันอิสระ ฟอกสี (Bleaching) และกำจัดกลิ่น (Deodorizing) เพื่อให้เหมาะสำหรับการบริโภค



- มีสีเหลืองไม่มีกลิ่นและรส ปราศจากวิตามินอี เพราะถูกกำจัดออกไปโดยกระบวนการทางเคมี
- มีปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid-FFA) ไม่เกินร้อยละ 0.1

2. น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (Virgin Coconut Oil-VCO) ได้จากการสกัดโดยวิธีธรรมชาติ หรือการบีบโดยไม่ผ่านความร้อนจากเนื้อมะพร้าวห้าวที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของน้ำมัน เหมาะสำหรับการบริโภค

- เป็นน้ำมันมะพร้าวที่บริสุทธิ์ที่สุด สีใสเหมือนน้ำ มีวิตามินอี และไม่ผ่านกระบวนการเติมออกซิเจน (oxidation) มีค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide) และกรดไขมันอิสระ
- มีกลิ่นมะพร้าวอย่างอ่อนๆ ถึงแรง ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต

น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันที่ได้จากธรรมชาติปราศจากสารเคมีสังเคราะห์ใดๆ เจือปน โดยเฉพาะสารกำจัดศัตรูพืชซึ่งมักจะมีเจือปนอยู่ในน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ เราสามารถใช้น้ำมันมะพร้าวในสภาพที่สกัดได้ตามธรรมชาติทันทีโดยไม่ต้องทำให้บริสุทธิ์ ฟอกสี และกำจัดกลิ่นดังเช่นน้ำมันพืชอื่นๆ จึงปลอดภัยจากอันตรายของสารเคมี น้ำมันมะพร้าวมีคุณสมบัติที่ดีเด่นที่ไม่มีในน้ำมันพืชชนิดใดในโลก ดังต่อไปนี้

1. น้ำมันมะพร้าว ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวประมาณร้อยละ 92 ฆาตุคาร์บอน (C) จับกันด้วยพันธะเดี่ยวไม่เปิดโอกาสให้ไฮโดรเจน (H_2) และออกซิเจน (O_2) แทรก ดังนั้นน้ำมันมะพร้าว ส่วนที่เหลือร้อยละ 8 เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่ C บางตัวจับกันด้วยพันธะคู่เปิดโอกาสให้ H_2 และ O_2 แทรก การเติมออกซิเจน (Oxidation) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตลอดเวลาก่อให้เกิดความเสื่อมของโมเลกุล กล่าวคืออนุมูลอิสระเกิดขึ้นมาจากผลของการเติมออกซิเจน ซึ่ง อนุมูลอิสระ เป็นตัวการของการเกิดโรคแห่งความเสื่อมมากมาย การเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation) เกิดจากการนำน้ำมันชนิดไม่อิ่มตัวไปสัมผัสกับอุณหภูมิสูง เช่น ในการทอดอาหารในน้ำมันท่วมเกิดเป็นสารตัวใหม่ชื่อว่า ไขมันทรานส์ (Trans fats) ซึ่งเป็นโมเลกุลที่เปลี่ยนรูปร่างไปและเกิดผลเสียต่อเซลล์ เช่น ทำให้เยื่อเซลล์บุบสลาย ทำให้เชื้อโรคหรือสารพิษเข้าไปในเซลล์ได้ หรือเกิดการเปลี่ยนแปลง DNA ของเซลล์ นอกจากนั้นยังเกิดจากการนำน้ำมันชนิดไม่อิ่มตัวไปเติมไฮโดรเจนบางส่วนในทางอุตสาหกรรม โดยต้องใช้ความดันและสารแคตาไลสต์เข้าช่วยเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมันชนิดไม่อิ่มตัวเปลี่ยนเป็นน้ำมันชนิดอิ่มตัวเพื่อจะได้ไม่เกิดการหืน และทำให้น้ำมันอยู่ในรูปที่แข็งตัวทำให้จับต้องผลิตภัณฑ์อาหารได้สะดวกไม่เหนียวเหนอะหนะ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่..... 10 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน..... 247719
เลขเรียกหนังสือ.....

2. น้ำมันมะพร้าวมีองค์ประกอบส่วนใหญ่ (ร้อยละ 62.5) เป็นกรดไขมันขนาดกลาง (Medium-chain fatty acids – MCFAs) ร่างกายตอบสนองไขมันขนาดต่างๆ แตกต่างกัน ทำให้น้ำมันมะพร้าวมีคุณสมบัติพิเศษในด้านการแพทย์และโภชนาการ การเป็นกรดไขมันขนาดกลางมีข้อได้เปรียบ คือเปลี่ยนเป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็ว น้ำมันมะพร้าวถูกดูดซึมและเคลื่อนย้ายอย่างรวดเร็ว เมื่อบริโภคเข้าไปจะผ่านกระเพาะไปยังลำไส้เข้าไปในกระแสเลือดแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานที่ดับอย่างรวดเร็ว (ภายในหนึ่งชั่วโมง) ทำให้ไม่เกิดเป็นไขมันสะสมในร่างกาย

3. น้ำมันมะพร้าวช่วยเร่งอัตราเมตาบอลิซึม (Metabolism) จากการเพิ่มประสิทธิภาพของต่อมธัยรอยด์ ผลของความร้อนที่เกิดขึ้น (Thermogenic effect) เป็นเวลานาน (กว่า 24 ชั่วโมง) จึงได้พลังงานมากขึ้นและมีอัตราเผาผลาญที่เร็วขึ้น นอกจากตัวมันเองจะถูกเผาผลาญในอัตราที่เร็วแล้ว ยังช่วยเผาผลาญอาหารที่รับประทานเข้าไปพร้อมกันทำให้ไม่ไปสะสมเป็นไขมัน อีกทั้งยังไปเผาผลาญไขมันที่สะสมไว้แต่เดิมทำให้ร่างกายผอมลง

4. น้ำมันมะพร้าวมีกรดลอริก (Lauric acid; C=12) อยู่สูง (ร้อยละ 48-53) เมื่อบริโภคเข้าไปในร่างกายจะเปลี่ยนเป็นโมโนกลีเซอไรด์ ชื่อ โมโนลอรีน ที่ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันและยังมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค กรดลอริกและโมโนลอรีนสามารถช่วยลดปริมาณของเชื้อไวรัส (HIV) ในคนไข้โรคเอดส์ได้ แต่โมโนลอรีนก็ไม่สามารถฆ่าจุลินทรีย์ได้ทุกชนิดจะฆ่าได้ก็เฉพาะเชื้อโรคที่มีเยื่อหุ้มเซลล์ที่เป็นไขมัน เช่น เชื้อไข้หวัดใหญ่ โรคหัด คางทูม โรคซาร์ และโรคเอดส์ การที่โมโนลอรีนไม่ฆ่าจุลินทรีย์ทุกชนิดก็เป็นข้อดี เพราะแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในกระเพาะจะไม่ถูกทำลาย

นอกจากกรดลอริกแล้วน้ำมันมะพร้าวยังมีกรดไขมันขนาดกลางอีก 2 ตัว คือ กรดคาปริก (Capric acid; C-10, ร้อยละ 7) และกรดคาปริลิก (Capryllic acid; C-8, ร้อยละ 8) ที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคได้เช่นกัน และต่างก็ช่วยเสริมกรดลอริกในการเพิ่มภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกายเพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อโรคเหล่านี้ก่อให้เกิดโรคแก่ร่างกายหรือฆ่าเชื้อโรคเหล่านี้เมื่อปรากฏตัวขึ้น

5. น้ำมันมะพร้าวมีสารแอนติออกซิแดนท์ (Antioxidant) หลายประเภทที่มีประสิทธิภาพสูงและในปริมาณมาก สารเหล่านี้ทำหน้าที่ต่อต้านการเติมออกซิเจน (Oxidation) ที่เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ (Free radicals) ซึ่งเป็นโมเลกุลที่เปลี่ยนสภาพเพราะสูญเสียอิเล็กตรอนในวงแหวนรอบนอกกลายเป็นโมเลกุลเกรทีวไปโจมตีโมเลกุลอื่นๆ โดยจะไปดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลที่อยู่ใกล้เคียงตัวหนึ่ง และโมเลกุลนี้ก็ไปดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลข้างเคียงอื่นๆ ต่อไป เกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ทำให้เซลล์ผิดปกติ เช่น เยื่อเซลล์ฉีกขาด ผิวหนังเหี่ยว ย่น เปลี่ยนสารพันธุกรรมในนิวเคลียส ทำให้เกิดการกลายพันธุ์อันเป็นสาเหตุของการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับความเสื่อมของร่างกายไม่ต่ำกว่า 60 โรค โดยเฉพาะโรคหัวใจ มะเร็ง ไขข้ออักเสบ ภูมิแพ้ เบาหวาน และชราภาพ

อนุมูลอิสระเกิดจากมลพิษในสิ่งแวดล้อมและในอาหาร เครื่องดื่ม การสูบบุหรี่ ความเครียด ฯลฯ และโดยเฉพาะในน้ำมันไม่อิ่มตัวซึ่งจะถูกเติมออกซิเจน (Oxidized) ได้โดยง่าย เพราะมีพันธะคู่ (Double bond) ในโมเลกุลตั้งแต่เริ่มสกัดตลอดจนระหว่างทางก่อนถูกนำไปบริโภค จึงเกิดเป็นอนุมูลอิสระได้ง่าย อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นนี้ไปลดสารแอนติออกซิแดนซ์ที่มีอยู่ในร่างกาย ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้เกิดผลเสียแก่เซลล์และเนื้อเยื่อ

2.2.4 กรรมวิธีการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

การผลิตน้ำมันมะพร้าวมีหลากหลายกรรมวิธี แต่วิธีที่สามารถผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์คุณภาพสูงมี 3 กรรมวิธี คือกรรมวิธีผลิตโดยอาศัยเครื่องบีบ กรรมวิธีโดยการหมัก และกรรมวิธีการผลิตโดยการใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง

1. กรรมวิธีการผลิตโดยใช้มือ (แบบดั้งเดิม) Traditional hand pressed method

เป็นกรรมวิธีการผลิตแบบบีบเย็น (Cold Pressed Process) กรรมวิธีที่อาศัยแรงกดจากการบีบอัดเนื้อมะพร้าว เพื่อสกัดเอาน้ำมันออกมา วัตถุดิบที่ใช้หรือเนื้อมะพร้าวต้องผ่านการอบ และต้องจำกัดความชื้นของวัตถุดิบให้เหมาะสมกับเครื่องที่ใช้ กรรมวิธีนี้จะผลิตน้ำมันได้ในปริมาณที่มาก และขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องบีบด้วย ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องบีบแบบสกรู คือเครื่องสามารถผลิตน้ำมันได้ 11 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (น้ำมัน 12 ลิตรต่อชั่วโมง) หรือ 30 กิโลกรัมเนื้อมะพร้าวต่อชั่วโมง แต่การผลิตโดยวิธีนี้จะต้องลงทุนค่อนข้างสูง เนื่องจากต้องใช้พลังงานในการอบ ความชื้นที่เหมาะสมของเนื้อมะพร้าวในการบีบด้วยเครื่องคือร้อยละ 15 ถ้าความชื้นสูงเกินไปจะทำให้อัตราส่วนน้ำมันต่ำลง ในขณะที่ความชื้นต่ำเกินไปจะทำให้เกิดความร้อนสะสมขณะบีบ และเกิดการไหม้ของเนื้อมะพร้าวในส่วนของช่องบีบ ดังนั้นต้องปรับตั้งระยะช่องบีบให้เหมาะสมด้วย

- วัตถุดิบ เนื้อมะพร้าวชุดขาวที่ได้จากการกะเทาะมะพร้าวใหม่ๆ เข้าอบแห้งภายใน 4 ชั่วโมง ไม่ควรทิ้งข้ามคืนเนื่องจากจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ทำให้อาหารเน่าเสีย จะเจริญเติบโตทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ดีในน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตได้

- การอบมะพร้าวชุด อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการอบมะพร้าวชุดคือ 60-70 องศาเซลเซียส ในการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งต้องเกลี่ยเนื้อมะพร้าวชุดเป็นชั้นบางๆ และต้องมีการกลับด้านอยู่เสมอ เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาลหรือความเสียหายเนื่องจากความร้อนที่บริเวณ

ผิวหน้าของเนื้อมะพร้าว ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพของน้ำมัน ระยะเวลาในการอบขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้ และความชื้นสุดท้ายของเนื้อมะพร้าวชุดที่ต้องการ

- การผลิต เนื้อมะพร้าวแห้งที่มีความชื้นร้อยละ 15 จำนวน 100 กิโลกรัม เมื่อผ่านการบีบด้วยเครื่องแล้วจะได้น้ำมันมะพร้าว 35 กิโลกรัม หรือประมาณ 39 ลิตร และส่วนเหลือทิ้งเป็นกากมะพร้าวที่มรความชื้นร้อยละ 20 จำนวน 60 กิโลกรัม

ข้อเสียของวิธีนี้คือการผลิตจะเป็นในระดับกำลังการผลิตขนาดเล็ก ทำให้การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สม่ำเสมอเป็นไปได้ยาก

2. กรรมวิธีการผลิต โดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge Process)

การผลิตน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีนี้จะ ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูงกว่าวิธีข้างต้น เนื่องจากไม่มีการให้ความร้อนแก่น้ำมันในขั้นตอนการผลิต หลักการคือนำน้ำกะทิมาหมุนเหวี่ยง แยกของแข็ง และน้ำออกจากชั้นน้ำมัน ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์คือชั้นน้ำมันที่อยู่ด้านบน ซึ่งจากการศึกษาของ ณรงค์ นิยมวิทย์ (2538) กล่าวว่า การเคลื่อนที่ของน้ำจากส่วนที่อยู่ระหว่างเม็ดน้ำมัน ออกไป หรือการเคลื่อนที่ของน้ำจากส่วนอื่นเข้ามาระหว่างเม็ดน้ำมันจะทำให้เกิดการเคลื่อนไหว ของของเหลวภายในเม็ดน้ำมันด้วยทำให้รูปร่างของเม็ดน้ำมันเปลี่ยนไป การเปลี่ยนแปลงนี้จะได้รับการต้านทานจากแรงตึงผิวเนื่องจากการเปลี่ยนรูปทำให้มีพื้นที่ผิวมากขึ้น (Sherman, 1963; Dickinson and Stainsby, 1982) ถ้าการเคลื่อนที่ของน้ำเป็นไปอย่างรวดเร็วและรุนแรง เช่น การปั่น ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ทำให้ของเหลวที่มีความถ่วงจำเพาะแตกต่างกันแยกตัวออกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นบนสุดเป็นน้ำมัน ชั้นกลางเป็นอิมัลชันที่ยังไม่แตกตัว ประกอบด้วยเม็ดน้ำมันที่อัดตัวกัน แน่น เม็ดน้ำมันจะเบียดกันแน่นและในที่สุดก็แตกออกรวมตัวกันเป็นชั้นน้ำมัน ส่วนชั้นล่างสุดเป็น น้ำ โดยในส่วนของน้ำจะไม่มีเม็ดน้ำมันปะปนอยู่เลย (Sherman, 1963)

ธนานันท์ ตัณฑกุล (2549) ได้ศึกษาการหาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกน้ำมันมะพร้าวจากน้ำกะทิที่มีปริมาณไขมันต่างกันด้วยวิธีการปั่นเหวี่ยง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ความเร็วรอบ 6,000 - 12,000 รอบต่อนาที) และระยะเวลาในการเหวี่ยง 15 20 25 30 40 60 และ 90 นาที พบว่า กะทิตันสดปรับค่ากรดต่าง (pH) ที่ 3.9 สามารถแยกน้ำมันมะพร้าวออกมาได้ดีที่สุด เมื่อใช้ความเร็วรอบในการปั่นเหวี่ยง 8,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 90 นาที ได้น้ำมันมะพร้าวร้อยละ 93.07 ของปริมาณน้ำกะทิที่ใช้ในการสกัด ซึ่งสูงกว่าการเหวี่ยงแยกที่ความเร็วรอบ 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาทีที่ได้น้ำมันมะพร้าวเพียงร้อยละ 69.79

รัชชัช รูปแก้ว สงบทิพย์ พงศ์สถาปติ และธราพงษ์ วิทิตสานต์ (2550) ได้ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ออกจากกะทิตันจากกระบวนการบีบเย็น

พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการแยกน้ำมันมะพร้าวออกจากกะทิคือ แ่งกะทิที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง ที่อัตราการเหวี่ยง 1,000 รอบต่อนาที เวลาในการเหวี่ยง 1 ชั่วโมง จะสามารถแยกน้ำกะทิได้ 4 เฟส ดังนี้คือ น้ำมันมะพร้าว ครีม น้ำ และกาก โดยพบว่ามีส่วนประกอบดังนี้คือ ร้อยละ 31.51 7.88 46.93 และ 13.67 ตามลำดับ น้ำมันที่สกัดได้มีปริมาณกรดลอริกร้อยละ 49.6

Hagenmaier, Cater and Mattil (1973) ได้ศึกษาการเหวี่ยงแยกน้ำกะทิ โดยเหวี่ยงแยกน้ำกะทิได้เป็นหัวกะทิและหางกะทิจากนั้นเติมน้ำมันมะพร้าวอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เพื่อทำลายอิมัลชัน ใช้อัตราส่วนกะทิต่อน้ำมันมะพร้าว 1:5 หมุนเหวี่ยงซ้ำ 2 ครั้ง พบว่าผลผลิตน้ำมันมะพร้าวที่ได้มีลักษณะใส ไม่มีสี มีปริมาณน้ำมันมะพร้าวร้อยละ 95 ของน้ำมันทั้งหมดในน้ำกะทิ

Gunetileke and Laurentius. (1974) ได้ศึกษาการหาสภาวะการแยกน้ำมันและโปรตีน โดยนำน้ำกะทิบรรจุในหลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร และ นำเข้าเครื่องเหวี่ยงแยกที่ 2000x g เป็นเวลา 0 2 และ 5 นาที นำไปแช่เย็นที่ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นปรับอุณหภูมิกลับมาที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่า ถ้าไม่มีการเหวี่ยงน้ำกะทีก่อนแช่เย็น จะไม่สามารถแยกน้ำมันออกได้ ถ้าใช้เวลาเหวี่ยงแยก 2 นาที สามารถแยกน้ำมันออกได้เพียงครึ่งเดียว และถ้าใช้เวลาในการเหวี่ยงแยก 5 นาที จะสามารถแยกน้ำมันออกได้อย่างสมบูรณ์ การแยกของน้ำมันเกิดได้เนื่องจากภายหลังการเหวี่ยงแยกเม็ดไขมันจะเรียงตัวอัดแน่นกันขึ้นและมีโอกาสสัมผัสกันมากขึ้น เมื่อนำไปแช่เย็นและทำการละลายไขมันที่หลอมละลายสามารถรวมตัวกันเป็นชั้นน้ำมันแยกตัวออกมา

การแยกน้ำมันออกจากน้ำและองค์ประกอบอื่นๆ ในน้ำกะทิ นอกจากการหมักและเหวี่ยงแยกในข้อ 1 และ 2 ยังสามารถใช้การต้ม การแช่เย็น และการใช้เอนไซม์ หรือเชื้อจุลินทรีย์ได้ด้วย โดยจุลินทรีย์จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่ทำลายแผ่นเยื่อต่างๆ ที่อยู่รอบๆ เม็ดไขมัน จึงทำให้เม็ดไขมันสามารถรวมตัวกันเป็นเม็ดขนาดใหญ่ได้

คมสัน หุตะแพทย์ (2548) กล่าวว่า วิธีการหมักเป็นวิธีการดั้งเดิมของชาวฟิลิปปินส์ อินเดีย และชาวเกาะแปซิฟิก ทำโดยการคั้นน้ำกะทิจากเนื้อมะพร้าวสดจากลูกที่แก่จัดที่เก็บมาจากต้นภายใน 24 ชั่วโมง แล้วนำไปหมักในภาชนะในสภาพไร้อากาศนาน 24-36 ชั่วโมง เอนไซม์ที่มีตามธรรมชาติในมะพร้าวจะทำให้โปรตีนแตกตัวแยกออกจากน้ำมัน ดังนั้น เมื่อหมักน้ำกะทิทิ้งไว้ภายใน 36 ชั่วโมง น้ำกะทิจะแยกออกเป็น 3 ส่วน คือ น้ำมันมะพร้าวลอยตัวอยู่ด้านบน ซึ่งอาจจะมีกากกะทิลอยปนอยู่ด้านบนด้วย ตรงกลางระหว่างน้ำมันมะพร้าวกับน้ำจะเป็นกากกะทิ และส่วนล่างซึ่งมีปริมาณมากที่สุดก็คือ น้ำ จากนั้นจึงแยกเอาน้ำมันมะพร้าวออกมากรองจะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ใสไม่มีสี กลิ่นหอม เก็บไว้ในภาชนะที่บแสงหรือขวดสีชาเก็บได้นานเป็นปีโดยไม่

เสื่อมคุณภาพ การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการหมักนี้จะได้น้ำมันออกมาประมาณร้อยละ 15-20 ของน้ำหนักเนื้อมะพร้าวที่นำมาสกัด สำหรับเชื้อจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ร่วมในระหว่างกระบวนการหมัก เพื่อให้ใช้ระยะเวลาในกระบวนการหมักสั้นลง คือ *Lactobacillus*

สุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2549) กล่าวว่า *Lactobacillus* เป็นแบคทีเรียรูปท่อน ส่วนใหญ่เป็นรูปท่อนยาว ไม่สร้างสปอร์ ดิจีสแกรมบวกและเปลี่ยนเป็นแกรมลบเมื่อมีอายุมากขึ้น ไม่สร้างเอนไซม์อะตาลเลส มีลักษณะเด่น คือ ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย (microaerophile) อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตจะอยู่ในช่วง 30 - 40 องศาเซลเซียส ชอบกรด มี pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต คือ ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5.5 - 5.8 พบได้ในธรรมชาติ โดยเฉพาะในสัตว์และผลิตภัณฑ์พืช ตัวอย่าง *Lactobacillus* ที่พบ เช่น *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. fructivorans* และ *L. brevis* เป็นต้น

นันทวัน จันทรวลัยพร และเศรษฐีพร ม่วงสุนทร (2548) ได้ศึกษาการพัฒนาวิธีการสกัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อให้ได้มาซึ่งน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่มีปริมาณและคุณภาพสูง โดยเตรียมน้ำกะทิที่คั้นได้จากเนื้อมะพร้าวบริสุทธิ์ ใช้วิธีทางชีวภาพ คือการเติมเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus* spp. ลงในน้ำกะทิที่เตรียมขึ้น จากนั้นทำการศึกษาถึงปริมาณ สภาวะ และระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัด โดยเปรียบเทียบปริมาณและคุณภาพน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากวิธีทางชีวภาพกับวิธีการหมักน้ำกะทิโดยการตั้งทิ้งไว้ตามธรรมชาติและวิธีการเคี้ยวน้ำกะทิซึ่งเป็นวิธีที่ทำกันโดยทั่วไป จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวที่สกัดด้วยวิธีทางชีวภาพเป็นเวลา 3 วันมีปริมาณมากกว่าน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีการหมักน้ำกะทิที่เวลา 5 วัน แต่น้อยกว่าวิธีการเคี้ยวน้ำกะทิในเวลา 2 ชั่วโมง ส่วนปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวที่ประเมินได้จากค่า iodine value และ saponification value ของน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากทั้งสามวิธีไม่แตกต่างกัน

Man Karim and Teng (1997) ได้ศึกษาการหาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกน้ำมันมะพร้าวจากน้ำกะทิ โดยขั้นแรกเป็นการหาอัตราส่วนของเนื้อมะพร้าวและน้ำที่เหมาะสมต่อการคั้นกะทิ โดยแปรอัตราส่วนของเนื้อมะพร้าวต่อน้ำเป็น 1:1 1:2 และ 1:3 น้ำที่ใช้คั้นมีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นนวดเนื้อมะพร้าวกับน้ำให้เข้ากันเป็นเวลา 5 นาที แยกกะทิ แล้วตั้งน้ำกะทิที่ได้ทิ้งไว้ที่เวลา 2 4 และ 6 ชั่วโมง พบว่า การใช้อัตราส่วนของเนื้อมะพร้าวและน้ำที่ 1:1 และตั้งทิ้งไว้ 6 ชั่วโมง จะให้ปริมาณของน้ำมันที่สกัดได้มากที่สุด ขั้นที่สอง เป็นการหาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการคั้นกะทิ โดยแปรอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการคั้นกะทิเป็น 30 50 และ 70 องศาเซลเซียส ร่วมกับการตั้งทิ้งไว้ให้น้ำมันแยกตัวที่เวลาต่างๆ กันคือ 2 4 และ 6 ชั่วโมง พบว่า การใช้อุณหภูมิของน้ำที่ 70 องศาเซลเซียส ร่วมกับการตั้งทิ้งไว้ให้น้ำมันแยกชั้นที่เวลา 6 ชั่วโมง จะให้ปริมาณของน้ำมันสูงที่สุด ขั้นสุดท้ายเป็นการศึกษาการใช้เชื้อ *Lactobacillus plantarum* เพื่อช่วยในการสกัดน้ำมัน

มะพร้าว โดยแปรปริมาณเชื้อที่ใช้เป็นร้อยละ 0 1 3 และ 5 ใช้เวลาในการหมัก 2-10 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่า การใช้ปริมาณเชื้อร้อยละ 5 เวลาในการหมัก 10 ชั่วโมงจะให้ปริมาณของน้ำมันที่สกัดได้สูงที่สุด โดยมีปริมาณผลได้ร้อยละ 95.06 ของปริมาณน้ำกะทิที่ใช้ในการสกัด

3. Direct Micro Expeller (DME) - Fresh dry process

เป็นการบีบน้ำมันโดยเครื่องบีบแบบสกรู (screw type press) จากเนื้อมะพร้าวสดที่ผ่านการชูดและอบแห้ง เนื้อมะพร้าวชูดควรผ่านการอบแห้งใน 4 ชั่วโมง หลังจากกะเทาะเปลือกเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของแบคทีเรีย ซึ่งทำให้คุณภาพของน้ำมันมะพร้าวด้อยลง กรณีที่ใช้กระบวนการ low pressure oil extraction จะใช้เนื้อมะพร้าวชูดแห้งที่มีความชื้นร้อยละ 10-12 ทำให้น้ำมันมะพร้าวที่บีบได้มีองค์ประกอบของน้ำที่มาจากความชื้นในเนื้อมะพร้าวประมาณร้อยละ 10 ของน้ำมันที่ผลิตได้ วางทิ้งไว้ให้น้ำมันและน้ำแยกชั้น โดยอาจใช้ความร้อนในการกำจัดปริมาณน้ำที่เหลืออยู่

กรรมวิธีผลิตน้ำมันมะพร้าวบีบเย็นคุณภาพสูงที่วิจัยพัฒนาและผลิตโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ด้วยการสนับสนุนจากองค์การอาหารแห่งสหประชาชาติ (FAO) เป็นวิธีการบีบน้ำมันโดยเครื่องแบบสกรูจากเนื้อมะพร้าวสดที่ผ่านการชูดและอบแห้ง เนื้อมะพร้าวชูดจะผ่านการอบแห้งทันทีหลังจากกะเทาะเปลือกเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของแบคทีเรียซึ่งทำให้คุณภาพของน้ำมันมะพร้าวด้อยลง อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบเนื้อมะพร้าวชูด คือ 50-60 องศาเซลเซียส และจะใช้ระยะเวลาในการอบสั้นซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรียซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำมันมีสีเหลือง เนื้อมะพร้าวหลังอบแห้งจะมีความชื้นร้อยละ 10-20 จุดสำคัญของขั้นตอนการผลิตน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีการนี้คือ อุณหภูมิในการอบและปริมาณความชื้นของเนื้อมะพร้าวหลังอบ

Mpagalile et al. (2007) ศึกษาการสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยเครื่องบีบอัดแบบสกรู โดยใช้เนื้อมะพร้าวชูดอบแห้ง ความชื้นร้อยละ 12 ± 1 ได้ปริมาณน้ำมันร้อยละ 70 ซึ่งน้ำมันที่ได้มีความชื้นร้อยละ 0.015 และมีความหนืด 42.1 MPas

ปัจจุบันการสกัดน้ำมันมะพร้าวได้มีการใช้เอนไซม์ช่วยในการสกัดเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตให้สูงขึ้น โดยเอนไซม์ที่นิยมนำมาใช้จะเป็นเอนไซม์จำพวกย่อยผนังเซลล์หรือองค์ประกอบอื่นๆ ของพืชน้ำมัน ได้แก่ เซลลูเลส เฮมิเซลลูเลส และเพกติเนส เป็นต้น



2.2.5 เซลลูโลสและเอนไซม์เซลลูเลส (นิธิยา รัตนานนท์, 2549)

เซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์พืชทุกชนิดเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสที่มีอยู่มากที่สุดในโลก เซลลูโลสส่วนใหญ่เป็นของเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว ใบไม้ ลำต้นพืช แกลบ เปลือกผลไม้ ขี้เลื่อย และเปลือกต้นไม้ เป็นต้น

เซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสมาต่อเรียงกันด้วยพันธะบีตา-1, 4-ไกลโคไซด์ การที่จะนำเซลลูโลสไปผลิตเป็นน้ำตาลกลูโคสหรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นนั้นทำได้ยาก เพราะเซลลูโลสทนต่อการย่อยสลายถึงแม้จุลินทรีย์บางชนิดจะมีเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาลกลูโคส ทำให้เปลี่ยนเซลลูโลสเป็นโปรตีนในร่างกายสัตว์ได้

จุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้คือ *Trichoderma viride* mutant QM9123 จุลินทรีย์มิวแทนต์สายพันธุ์นี้สามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสที่มี Activity เพิ่มสูงกว่าสายพันธุ์เดิมถึง 2 เท่า เนื่องจากเซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์สายตรงของน้ำตาลกลูโคส เมื่อถูกไฮโดรไลซ์จะได้เป็นน้ำตาลกลูโคสรวมอยู่กับพอลิแซ็กคาไรด์สายสั้นๆ เช่น เซลโลไบโอส (Cellobiose) เซลโลไตรโอส (Cellotriose) เซลโลเตตระโอส (Cellotetraose) และเซลโลเพนตะโอส (Cellopentaose) เป็นต้น เอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการย่อยเซลลูโลสและอินเทอร์มีเดียต แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

1. เอนโดกลูคาเนส (Endoglucosidase) หรือ [1,4- β -D-glucan-4-glucanohydrolases, EC 3.2.1.4] เอนไซม์นี้ไม่สามารถไฮโดรไลซ์เซลลูโลสส่วนที่เป็นผลึกของฝ้ายได้แต่สามารถที่จะไฮโดรไลซ์เซลลูโลสที่ไม่เป็นผลึก (Amorphous) ของฝ้าย กระดาษ และอนุพันธ์เซลลูโลส เช่น คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและไฮดรอกซีเมทิลเซลลูโลสได้ เอนไซม์เอนโดกลูคาเนสจะสลายพันธะบีตา-ไกลโคไซด์ โดย Random hydrolysis ทำให้ความหนืดลดลงอย่างรวดเร็วและมีหุริควิชชิงเพิ่มขึ้น ผลผลิตจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสจะได้เป็นน้ำตาลกลูโคสและเซลโลเดกซ์ทรินที่มีขนาดโมเลกุลต่างๆ กัน

2. เซลโลไบโอไฮโดรเลส (Cellobiohydrolase) [1,4- β -D-glucan cellobiohydrolase, EC 3.2.1.91] ซึ่งเป็น Exo-splitting enzyme จะไฮโดรไลซ์เซลลูโลสส่วนที่ไม่เป็นผลึก โดยจะตัดพันธะได้เป็นเซลโลไบโอสจากปลายด้านที่ไม่มีหุริควิชชิง (Nonreducing) ของโมเลกุลเซลลูโลส เอนไซม์เอนโดกลูคาเนสและเซลโลไบโอไฮโดรเลสจะเสริมฤทธิ์กันในการไฮโดรไลซิสเซลลูโลสที่มีอยู่ในผลึก แต่ยังไม่มีการอธิบายกลไกที่เกิดขึ้น

3. เอกโซกลูโคไฮโดรเลส (Exoglucosidase) [1,4- β -D-glucan cellobiohydrolases, EC 3.2.1.74] เอนไซม์นี้จะไฮโดรไลซ์จากปลายด้านที่ไม่มีหุริควิชชิงของเซลโลเดกซ์ทรินได้เป็นน้ำตาลกลูโคส อัตราการไฮโดรไลซิสจะลดลงเมื่อความยาวของสายสับสเตรตสั้นลง

4. บีตา-กลูโคซิเดส (β -glucosidase) หรือ (β -D-glucoside glucohydrolase EC 3.2.1.21) จะไฮโดรไลซ์โมเลกุลของเซลโลไบโอสให้เป็นน้ำตาลกลูโคสและไฮโดรไลซ์จากปลายด้านที่หมู่รีดิวซ์ซิงของเซลโลเดกซ์ทรินที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก อัตราการไฮโดรไลซิสจะเพิ่มขึ้นเมื่อความยาวของสายสับสเตรตสั้นลงและไฮโดรไลซ์เซลโลไบโอสได้รวดเร็วที่สุด

2.2.6 เฮมิเซลลูโลสและเอนไซม์เพนโทซานเอส (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549)

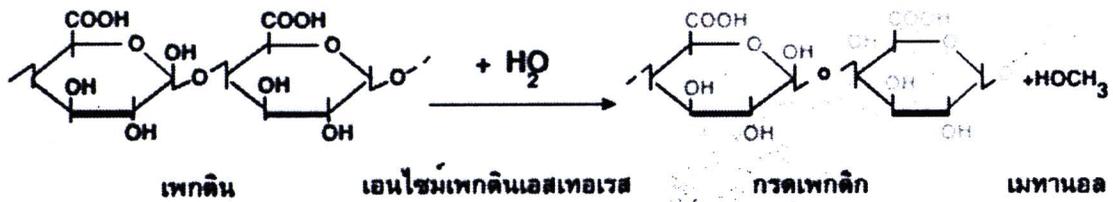
เฮมิเซลลูโลสมีโครงสร้างซับซ้อนและเอนไซม์เพนโทซานเอสมีมากมายหลายชนิดที่สามารถไฮโดรไลซ์พันธะที่อยู่ด้านใน (เอนโค-) และด้านนอก (เอกโซ-) เอนไซม์ที่ไฮโดรไลซ์เฉพาะด้านในมีทั้ง 2 ชนิด คือ เอนไซม์อะราบินเอส ซึ่งจะไฮโดรไลซ์พันธะ 1,4- β -D-arabinopyranosyl glycoside ที่อยู่เป็นสายหลักและสายตรง (Linear backbone) ของโมเลกุลอะราแบน และเอนไซม์ไซลานเอสจะไฮโดรไลซ์พันธะ 1,4- β -D-xylanopyranosyl glycoside ในโมเลกุลของไซแลนอะราบินโนไซแลน

สำหรับเอนไซม์ชนิดที่ไฮโดรไลซ์พันธะด้านนอก จะไฮโดรไลซ์จากปลายด้านที่ไม่มีหมู่รีดิวซ์ซิงของอะราแบน เรียกว่า เอนไซม์อะราบินอซิเดส (Arabinosidase) ส่วนเอนไซม์ที่ไฮโดรไลซ์ปลายด้านที่ไม่มีหมู่รีดิวซ์ซิงของโมเลกุลไซแลน เรียกว่า เอนไซม์ไซโลซิเดส (Xylosidase) นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์ชนิดที่ไฮโดรไลซ์ด้านนอก ที่ตัดหน่วยจากสายแขนง (Arabinofuranosyl side-chain) ออกจากโมเลกุลของอะราบินโนไซแลน ซึ่งบางชนิดผลิตเอนไซม์เพนโทซานเอสได้ และยังพบทั้งเอนโค-และเอกโซ-เพนโทซานเอสอยู่ในข้าวสาลี แต่ยังมีปริมาณต่ำมาก เมื่อเมล็ดข้าวสาลีออกเอนไซม์นี้จะเพิ่มมากขึ้น 6-10 เท่า

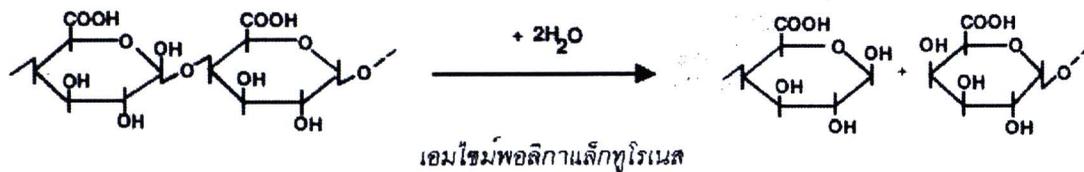
2.2.7 เพคตินเอนไซม์ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549)

เพคตินเอนไซม์เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคตินที่ผนังเซลล์ เพคตินเอนไซม์มี 3 ชนิด พบได้ในพืชชั้นสูงและจุลินทรีย์ 2 ชนิด คือ เพคตินเมทิลเอสเทอเรสและพอลิกลาเล็กทูลโรเนส และที่พบเฉพาะในจุลินทรีย์อีก 1 ชนิด คือ เพคเททไลเอส

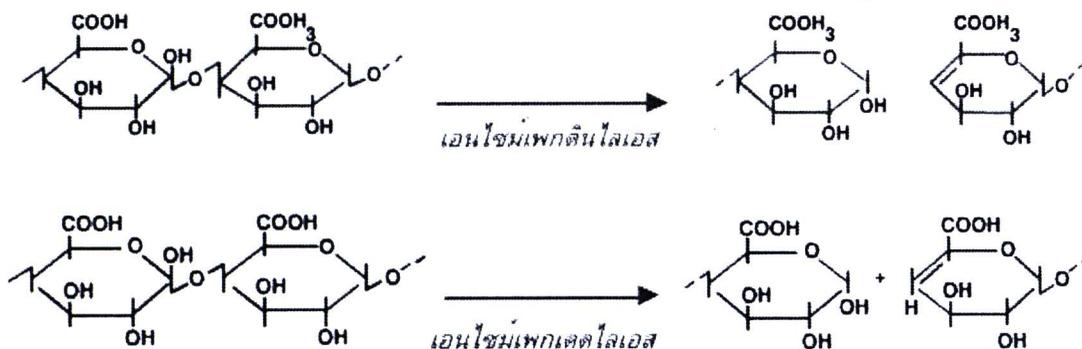
1. เอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเทอเรส (Pectin methylhydrolase, EC 3.1.1.11) จะไฮโดรไลซ์พันธะเมทิลเอสเทอร์ของเพคตินได้เป็นกรดเพคติกและเมทานอล เอนไซม์นี้บางครั้งเรียกว่าเพคตินเอสเทอเรส เพคเทส เพคตินเมทอกซิเลส เพคตินดีเมทอกซิเลส และเพคโทไลเพส การไฮโดรไลซิสเพคตินเป็นกรดเพคตินในภาวะที่มีแคลเซียมไอออนจะทำให้เพิ่มความแข็งแรงของเนื้อสัมผัส เนื่องจากเกิดพันธะเชื่อมระหว่างแคลเซียมไอออนกับหมู่คาร์บอกซิลของกรดเพคติน



2. เอนไซม์พอลิกลาแล็กตูโรเนส (Poly- α -1, 4-galacturonide glycano-hydrolase, EC 3.2.1.15) เป็นเอนไซม์ที่ไฮโดรไลซ์พันธะแอลฟา-1, 4-ไกลโคไซด์ระหว่างหน่วยย่อยของกรดเอนไซโครกาแล็กตูโรนิก ซึ่งเอนไซม์นี้พบทั้งเอนโดและเอกโซพอลิกลาแล็กตูโรเนส โดยชนิดเอกโซพอลิกลาแล็กตูโรเนสจะไฮโดรไลซ์พันธะที่อยู่ปลายสุดของสายพอลิเมอร์ สำหรับในพืชอาจมีเอนไซม์พอลิเมทิลกลาแล็กตูโรเนสซึ่งจะไฮโดรไลซ์โมเลกุลของเพกติน และเอนไซม์พอลิกลาแล็กตูโรเนสซึ่งจะไฮโดรไลซ์โมเลกุลกรดเพกติน แต่เอนไซม์เพกตินเมทิลเอสเทอเรสจะมีความไวในการเปลี่ยนเพกตินเป็นกรดเพกติน ดังนั้นบทบาทของเอนไซม์พอลิกลาแล็กตูโรเนสในการไฮโดรไลซ์กรดเพกติกจะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลไม้เปลี่ยนไป เช่น ทำให้มะเขือเทศสุกนิ่มลง



3. เอนไซม์เพกเตตไลเอส [Poly (1, 4- α -D-galacturonide) lyase, EC 4.2.2.2] จะไฮโดรไลซ์พันธะไกลโคไซด์ของทั้งเพกตินและกรดเพกติน โดยไม่มีน้ำแต่โดยอาศัย β -elimination ทำให้เกิดเป็นพันธะคู่ เอนไซม์นี้พบได้เฉพาะในจุลินทรีย์แต่ไม่พบในพืชชั้นสูง และมีทั้งชนิดเอนโดและเอกโซเช่นเดียวกัน



ปัจจุบันมีรายงานการวิจัยหลายฉบับที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เอนไซม์ชนิดต่างๆ เหล่านี้ เพื่อช่วยในการสกัดน้ำมันมะพร้าว ซึ่งพบว่า การใช้เอนไซม์ช่วยให้สามารถแยกน้ำมันออกจากเนื้อมะพร้าว ได้ง่าย และมีผลได้เพิ่มสูงขึ้น

McGlon, Canales, and Carte (1986) ผสมเอนไซม์ α -amylase Polygalacturonase และ Protease กับเนื้อมะพร้าวบดละเอียดกับน้ำในอัตราส่วนเนื้อมะพร้าวต่อน้ำเป็น 1: 4 ทิ้งไว้ 30 นาที บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แล้วหมุนเหวี่ยงที่ 12, 300g สามารถแยกน้ำมันได้ร้อยละ 60

Man et al., (1996) ประสบความสำเร็จในการสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยเอนไซม์ผสมของ Cellulase, α -amylase, Polygalacturonase และ Protease ความเข้มข้นร้อยละ 1 ได้ปริมาณน้ำมันร้อยละ 74 ซึ่ง Polygalacturonase จะไปทำลาย α - linkages ของ Polygalacturonic acid ของสายพอลิเมอร์แบบสุ่มจากส่วนปลาย

Sant et al., (2003) ศึกษาการสกัดน้ำมันและโปรตีนจากมะพร้าวด้วยเอนไซม์ทางการค้า ได้แก่ Viscozyme L, Termamyl, Pectinex, Celluclast และ Neutrase โดยศึกษาถึงชนิด ความเข้มข้น ระยะเวลาในการบ่ม ค่าพีเอช และอัตราส่วนของเนื้อมะพร้าวและน้ำ ใช้อุณหภูมิในการบ่ม 2 ช่วงอุณหภูมิ คือ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สำหรับการทำงานของเอนไซม์จำพวก Pectinolytic หรือ Cellulase และต่อด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สำหรับการทำงานของเอนไซม์จำพวก Protease จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที พบว่าการใช้เอนไซม์ Viscozyme L ร้อยละ 0.6 และเอนไซม์ Neutrase ร้อยละ 0.3 บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และต่อด้วยการบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที รวมเป็นเวลาทั้งหมด 1 ชั่วโมง อัตราส่วนเนื้อมะพร้าวต่อน้ำเท่ากับ 1: 6 และค่าพีเอชตามธรรมชาติของมะพร้าวประมาณ 7 จะให้ปริมาณน้ำมันและโปรตีนรวมกันร้อยละ 92

Zuniga, Soto, Mora, Chamy, and Lema (2003) ศึกษาการใช้เอนไซม์ผสมระหว่าง Ultrazyme กับ Celluclast และ Olivex กับ Celluclast ในการสกัดน้ำมันจาก *Guevina avellana mol* หรือ Chilean hazelnut โดยอัตราส่วนของสับสเตรตต่อเอนไซม์ 1: 1 ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยปริมาตรต่อปริมาตร ที่สภาวะในการบ่ม 40 องศาเซลเซียส ความชื้นร้อยละ 35 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ผลของเอนไซม์ผสมที่ได้มีความใกล้เคียงกัน โดยได้ปริมาณผลผลิตสูงกว่าร้อยละ 72