บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

มะพร้าวเป็นพืชพวก ปาล์ม (Palm) ชนิดหนึ่งจัดอยู่ในวงศ์ Monocotyledons มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Cocos nucifera L.(33) เป็นพืชเศรษฐกิจซึ่งมีมากในประเทศไทย

ผลมะพร้าวประกอบด้วย (10)

-Epicarp หรือ Exocarp คือส่วนเปลือกนอกสุด ซึ่งในระยะแรกจะเป็นสีเขียว และสีนี้จะเปลี่ยนไปตามอายุของผล เมื่อผลแก่จัด (mature) เปลือกจะเป็นสีน้ำตาล

-Mesocarp เป็นส่วนเส้นใยหนา ๆ อยู่ชั้นกลาง โดยมากจะมีความหนามากกว่า 5 เซนติเมตรขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นกับพันธุ์ของมะพร้าวด้วย

-Endocarp บริเวณชั้นในสุดเป็นเปลือกสีน้ำตาลเข้มมีลักษณะแข็งหรือที่เรียกว่ากะลามะพร้าว ภายใน endocarp นี้ยังประกอบด้วย

เนื้อมะพร้าว (Coconut meat) มีสีขาวทึบ เนื้อมะพร้าวจะอ่อนนิ่มเมื่อผลอ่อน แต่จะมีลักษณะแข็งและมีความหนาเพิ่มขึ้นตามอายุของผล ความหนาโดยเฉลี่ยเมื่อผลแก่จัดประมาณ 12 มิลลิเมตร

ส่วนสีดำที่ติดแน่นกับเนื้อมะพร้าว เรียกว่า Testa หรือ Seed coat หรือ Brown cuticle

น้ำมะพร้าว (Coconut water) เป็นของเหลวใสอยู่ภายในช่องว่าง (cavity) ของผลมะพร้าว ปริมาณและองค์ประกอบจะเปลี่ยนแปลงตามอายุของผล (4,27)

2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อมะพร้าว

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อมะพร้าวที่สำคัญคือ กรีเซอไรด์ (glycerides) ของ Low fatty acid ซึ่งมีมากโดยเฉพาะอย่างยิ่ง Lauric acid ($CH_3-(CH_2)_{10}-COOH$) มีร้อยละ 44 - 51 นอกจากนี้ก็มีพวก sterol และ tocopherol ด้วย ส่วน odoriferous constituents ที่พบเป็น natural volatiles component ซึ่ง Linard & Wilkins(32) ได้แยกชนิดว่ามีสารที่ให้กลิ่นในมะพร้าว 15 อย่าง และที่สำคัญคือ δ -C_8 lactone, δ -C_{10}lactone,

n-octanol และยังมีกลิ่นของไขมันชนิดอื่น ๆ ด้วย แต่จากรายงานอื่น (29,45) กล่าวว่ากลิ่นของน้ำมันมะพร้าวนั้นเกิดจาก Nonyl methyl ketone

ทบวงวิทยาศาสตร์แห่งประเทศฟิลิปปินส์ ทำการวิเคราะห์พบว่า ในมะพร้าวผลหนึ่ง ๆ โดยเฉลี่ยประกอบด้วย โปรตีน 15.1, ไขมัน 116.0, น้ำตาล 10.7, กาก 8.2 และเกลือแร่ 4.0 กรัม (10) วิตามินที่พบมากในเนื้อมะพร้าวได้แก่ วิตามิน บี รวม (B complex), วิตามิน จี ส่วนวิตามิน ซี มี 0.2 ถึง 0.4 มิลลิกรัมในเนื้อมะพร้าว 1 กรัม (16)

2.1.1 ไขมัน (Fat)

เนื้อมะพร้าวสด (Fresh coconut milk) มีไขมันร้อยละ 35-50 คิดเป็นร้อยละ 63-65 ของน้ำหนักเนื้อมะพร้าวแห้ง (Copra) กรดไขมัน (Fatty acid) ที่สำคัญคือ

Lauric acid	ร้อยละ	45.0
Myristic acid	ร้อยละ	18.0
Palmitic acid	ร้อยละ	9.5
Oleic acid	ร้อยละ	8.2
Caprylic acid	ร้อยละ	7.8
Stearic acid	ร้อยละ	5.0

2.1.2 โปรตีน (Protein)

โปรตีนในเนื้อมะพร้าวมีกรดอะมิโนคิดเป็นร้อยละดังนี้คือ

Arginine	15.92
Histidine	2.42
Lysine	5.80
Tyrosine	3.18
Phenylalanine	2.05
Tryptophan	1.25
Cystine	1.44
Methionine	1.43

Leucine	5.96
Valine	3.57
Alanine	4.11
Proline	5.54
Serine	1.76
Aspartic acid	5.12
Glutamic acid	19.07

และมีผู้รายงานค่า Digestibility coefficient ของเนื้อมะพร้าว เท่ากับ 87.89 (16)

2.1.3 คาร์โบไฮเดรท (Carbohydrates)

เนื้อมะพร้าวตากแห้ง (Copra) มีคาร์โบไฮเดรทชนิดต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละดังต่อไปนี้คือ

Sucrose	14.33
Raffinose	2.42
Galactose	2.42
Glucose	1.19
Fructose	1.20
Pentoses	2.40
Cellulose	15.55
Pentosans	2.22
Starch	0.87
Dextrin	0.58
Galactose	0.50

2.1.4 แร่ธาตุ (Minerals)

เนื้อมะพร้าวสดมีแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ คิดเป็นมิลลิกรัมเปอร์เซนต์

Calcium	0.01
Phosphorus	0.24
Iron	1.70
Copper	0.32
Sulphur	0.44

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางอาหารและปริมาณเกลือแร่ในมะพร้าว

Proximates Composition of Coconut Products					
Head of Analysis	Kernel of green Coconut	Kernel of ripe Coconut	Copra	Tender Coconut Water	Coconut Milk
Authority	Adriano 1951 (%)	Wealth of India, 1950 (%)	Child 1939 (%)	Wealth of Idia, 1950 (%)	Child 1939 (%)
Moisture	79.92	36.30	6.80	95.50	52.00
Ash (Minerals)	0.98	1.00	2.00	0.40	1.10
Ether extractive	6.43	41.60	63.70	0.10	27.00
Protein	9.41	5.50	7.00	0.10	4.00
Fiber	2.50	3.60	3.80	-	-
Carbohydrates	4.76	13.00	16.10	4.00	-
Calories per 100 gram	123.92	448.90	675.70	17.40	326.60

Child (10)

มีผู้ศึกษาและแสดงองค์ประกอบของ เนื้อมะพร้าว ดังตารางที่ 2 และของน้ำมะพร้าวกับกะทิ ในตารางที่ 3 (10)

ตารางที่ 2 Proximate Composition of Coconuts

	Moisture %	Protein %	Fat %	Carbohydrate %	Crude Fiber %	Ash %
Water from unripe nuts	95.01	0.13	0.12	4.11	-	0.63
Water from ripe nuts	91.23	0.29	0.15	7.27	-	1.06
Kernel, unripe nuts	90.80	0.90	1.40	6.30	-	0.60
Kernel, ripe nuts	46.30	0.08	37.29	11.29	3.39	1.03
Copra	5.80	8.90	67.00	16.50	4.10	1.80

ตารางที่ 3 Composition of Coconut Water and Coconut Milk

	Coconut Water (%)	Coconut Milk (%)
Total Solids	4.0	10.29
Reducing sugars	0.08	0.35
Sucrose	1.28	1.40
Total Sugars	2.08	-
Ash	0.62	-
Sodium	1.5	-
Potassium	3.12	-
Calcium	2.9	-
Magnesium	3.0	-

ตารางที่ 3 (ต่อ) Composition of Coconut Water and Coconut Milk

	Coconut Water (%)	Coconut Milk (%)
Iron	0.01	-
Copper	0.004	-
Phosphorus	3.7	3.3
Sulphur	3.4	-
Chlorine	18.3	-
Protein	-	0.80
Fat	-	7.10
Carbohydrate	-	1.75

2.2 กะทิ (Coconut Milk)

กะทิคือของเหลวที่ได้จากการคั้นเนื้อมะพร้าวกับน้ำหรือไม่เติมน้ำก็ได้ เป็นของเหลวสีขาวขุ่น (White opaque) ซึ่งจัดเป็น Oil-in-water emulsion(12,21) เมื่อตั้งทิ้งไว้หรือนำไปเข้าเครื่อง Centrifuge จะแยกเป็นสองส่วนคือ ชั้นของครีม (cream) เป็น oil phase อยู่ด้านบน ส่วนชั้นล่างเป็น aqueous phase หรือที่เรียกว่า coconut skim milk

2.2.1 องค์ประกอบที่สำคัญของน้ำกะทิ

องค์ประกอบของน้ำกะทิแตกต่างกันไปซึ่งขึ้นอยู่กับเหตุผลหลายอย่างประกอบกัน เช่น ความแก่ของผลมะพร้าว, พันธุ์, ปริมาณน้ำที่ใช้ในการคั้นกะทิ เป็นต้น มีผู้ศึกษาหาองค์ประกอบของน้ำกะทิ (17) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 The Composition of Coconut Milk

	Nathanael (1954) %	Popper (1966) %	Clemente (1933) %	Nathanael (1960) %
Water	50.00	54.1	47.0 -53.0	52
Fat	39.77	32.2	39.6 -40.0	27
Protein	2.78	4.4	2.6 - 2.9	4.0
Starch	0.09	-	0.08- 0.10	-
Sugars	2.99	-	2.8 - 3.2	-
Total Solids	10.38	-	10.3 -10.5	-
Ash	1.22	1.0	1.1 - 1.3	1.0
Carbohydrates	-	8.3		-

2.2.2 การคั้นกะทิ

การคั้นกะทิอาจทำได้โดยใช้มือหรือเครื่องมือ เช่น เครื่องอัดภายใต้ความดัน (Hydraulic press) การใช้เครื่องมือจะได้ปริมาณกะทิมากกว่าการใช้แรงงานจากคน แต่เมื่อเทียบราคาต้นทุนและค่าบำรุงรักษาเครื่องมือแล้ว การใช้เครื่องมือเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่า ขั้นตอนในการคั้นกะทิทำได้ดังต่อไปนี้

ผลมะพร้าว (Ripe nut)
↓
ปอกเปลือก
↓
กะเทาะกะลามะพร้าวออก
↓
ขูดผิวดำออก
↓
ผ่ามะพร้าวเป็นชิ้น ๆ
↓

↓

บด(หรือขูด) มะพร้าวให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ

↓

เติมน้ำ

↓

คั้น

↓

กะทิ (Coconut milk)

สิ่งที่จะต้องคำนึงในการคั้นกะทิคือ

2.2.2.1 ขนาดของเนื้อมะพร้าวที่จะนำมาคั้น เนื่องจาก ถ้าขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้ได้กะทิน้อยลง แต่ถ้าขนาดเล็กเกินไป ชิ้นมะพร้าวเล็ก ๆ นี้จะรวมตัวกับน้ำเป็นลักษณะข้น ๆ (mushy) ซึ่งทำให้การคั้นกะทิออกยาก นอกจากนี้ยังมีกากมะพร้าวชิ้นเล็ก ๆ ติดไปกับกะทิด้วย

2.2.2.2 ปริมาณและอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการคั้นกะทิ มีผู้ทดลองใช้ปริมาณน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ในอัตราส่วนน้ำต่อเนื้อมะพร้าวที่แตกต่างกันในการคั้นกะทิ สรุปผลได้ว่า

-อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ไม่มีผลต่อปริมาณไขมันของกะทิ และไม่มีผลต่อปริมาณของแข็ง (Total solid) ของกะทิ (17)

-ปริมาณของน้ำที่ใช้มีผลต่อปริมาณไขมันของกะทิ กล่าวคือ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการคั้นเพิ่มขึ้น ปริมาณของไขมันในกะทิลดลง (17)

-ปริมาณของน้ำที่ใช้มีผลต่อปริมาณกะทิ (yield) เมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นจะได้ปริมาณกะทิสูงขึ้นด้วย (17)

2.2.3 การทำกะทิเข้มข้น

เราสามารถเก็บถนอมมะพร้าวได้หลายแบบต่าง ๆ กัน เช่น มะพร้าวขูดแห้ง (desiccated coconut) น้ำกะทิสดผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อแล้ว (pasteurized coconut milk) กะทิเข้มข้น (concentrated coconut milk) ในการศึกษาครั้งนี้เน้นหนักในเรื่องการทำกะทิเข้มข้น เนื่องจากการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้พบว่า ยังมีปัญหาซึ่งควรปรับปรุงในการผลิตกะทิเข้มข้น และยังไม่มีเอกสารรายงานถึงการเปลี่ยนแปลงระหว่างการผลิตและการเก็บรักษา (2,3) และจากการศึกษาเรื่องราวทั่วไปในการทำผลิตภัณฑ์อาหารให้อยู่ในลักษณะเข้มข้น พบว่า การลดปริมาณน้ำของผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อ

ให้อาหารนั้นแห้งหรือเข้มข้นยิ่งขึ้น มีประโยชน์ดังนี้

1. ประหยัดเนื้อที่การเก็บและบรรจุ ลดน้ำหนักในการขนส่ง

2. ลดการเสียของอาหารเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ การลดปริมาณน้ำในอาหารจนถึงจุดหนึ่งที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเติบโตได้แม้ในภาวะและอุณหภูมิที่เหมาะสม ทำให้สามารถเก็บอาหารได้โดยไม่เสีย

3. ช่วยรักษาคุณภาพของอาหารไว้ รวมทั้งวิตามิน และเกลือแร่ต่าง ๆ ด้วย

4. สะดวกในการใช้ และลดการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งเมื่อต้องการบริโภค ก็นำอาหารนั้นมาเติมน้ำก็จะใช้ได้ทันที (8)

การทำให้อาหารแห้งหรือเข้มข้นขึ้น ในทางการค้าหรืออุตสาหกรรมมีมากหลายวิธี ซึ่งจะเลือกใช้วิธีไหนขึ้นกับความเหมาะสมด้วย ตัวประกอบที่เกี่ยวข้อง (23) คือ

1. ลักษณะของอาหาร เช่น เป็นของเหลว, ของเหลวข้น (paste), slurry, pulp, large aggregates, และ small aggregates

2. คุณสมบัติของอาหาร เช่น เกิดออกซิเดชั่นง่ายมาก, เปลี่ยนแปลง หรือเสียเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

3. คุณลักษณะของอาหารที่ต้องการ เช่น ต้องการให้เป็นผง ให้ละลายได้รวดเร็วเมื่อเติมน้ำ (Instant Solubility) รักษาคุณสมบัติไว้ได้อย่างเดิมทั้งหมดหรือบางส่วน

4. คุ้มค่าใช้จ่าย

การทำให้อาหารเข้มข้นและแห้งมีหลายวิธี เช่น ใช้แสงแดดช่วยทำให้แห้ง ใช้วิธีเคี่ยวให้งวด ใช้วิธีระเหยภายใต้ความดันและอุณหภูมิต่ำ ซึ่งมีเครื่องมือทำให้เข้มข้นในปัจจุบันมากมายหลายแบบที่ใช้หลักการนี้ หรืออาจใช้การเยือกแข็ง (Freezing) โดยการทำให้น้ำเป็นผลึกน้ำแข็ง แล้วแยกผลึกน้ำแข็งออกเพื่อลดปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ลง นอกจากนี้ยังมีวิธีอื่น ๆ เช่น วิธีออสโมซิสย้อนกลับ (Reverse osmosis) โดยให้น้ำในผลิตภัณฑ์ที่จะทำให้เข้มข้นซึมผ่านเยื่อบาง ๆ (membrane) ชนิดพิเศษออกไป หรือใช้วิธีซับ (Sorption) โดยใช้ตัวดูดซับ ๆ นำจากผลิตภัณฑ์ภายในระบบปิด (28)

2.3 การเสื่อมคุณภาพของกะทิ และผลิตภัณฑ์

2.3.1 การเกิดกลิ่นหืน

การเสื่อมคุณภาพของกะทิและน้ำมันมะพร้าว (coconut oil) นั้น ส่วนใหญ่เนื่องมาจากไขมันแตกตัวเป็นกรีเซอรอล (glycerol) และกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) ซึ่งกรดไขมันอิสระนี้ทำให้เกิดรสเปรี้ยว และบางครั้งทำให้เกิดกลิ่นหืนด้วย (7) ปฏิกริยาการแตกตัวของไขมันเป็น low fatty acid จะให้กลิ่นเหม็นและฉุนของ methyl ketones จากเอกสารพบว่าน้ำมันมะพร้าวเสื่อมคุณภาพเพราะออกซิเดชั่นของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) และการเกิดกลิ่นหืนในน้ำมันมะพร้าวจัดอยู่ในแบบที่เรียกว่า Ketone-rancidity หรือ Perfume rancidity (24,29)

ปฏิกริยาออกซิเดชั่นของไขมันขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณออกซิเจน ปริมาณความชื้น อุณหภูมิ แสง ไอออนของโลหะ และสารที่เป็นตัวต่อต้านปฏิกริยาออกซิเดชั่น (antioxidant) (28,40) อัตราเร็วของปฏิกริยาเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณออกซิเจน และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น แสงและไอออนของโลหะ (เหล็ก, ทองแดง) จะเป็นตัวเร่งปฏิกริยา เมื่อปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น อัตราเร็วของปฏิกริยาจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงค่าหนึ่ง จากนั้นเมื่อความชื้นเพิ่มต่อไปอัตราเร็วจะกลับมากขึ้น (39)

การติดตามปฏิกริยาการเกิดกลิ่นเหม็นหืนทำได้หลายวิธี เช่น การหาค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) การหากรดไขมันอิสระ การหาไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) และการหาค่า TBA(Thiobarbituric acid number)(37) ซึ่งวิธีหลังนี้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ (37, 41) คือ

-การวิเคราะห์ไม่ต้องใช้สารละลายสกัดไขมันออกมาก่อนเหมือนวิธีอื่น ทำให้วิเคราะห์ได้รวดเร็ว สามารถติดตามปฏิกริยาออกซิเดชั่นที่เกิดขึ้นในไขมันชนิดที่สกัดไม่ได้ด้วยสารละลายธรรมดา (non extractable fat) เช่น ฟอสโฟไลปิด (phos pholipids) และไขมันที่รวมอยู่กับโปรตีน ซึ่งไขมันพวกนี้ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นมากกว่าไขมันพวกที่ถูกสกัดได้ด้วยสารละลาย (extractable fat) เช่น ไตรกรีเซอไรด์ (triglyceride)

-ไม่ทำให้เกิดปฏิกริยาออกซิเดชั่นของไขมันอันเนื่องมากจากวิธีการที่ใช้วิเคราะห์เอง

-ค่า TBA มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับกลิ่นที่เกิดขึ้น

-ใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ง่าย ๆ มี sensivity สูง

จากการศึกษาเกี่ยวกับสารประกอบคาร์โบนิลที่มีอยู่ในอาหารที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน สรุปว่า สารประกอบที่เป็นตัวการสำคัญทำให้เกิดกลิ่นหืนคือ มาโลนัลดีไฮด์ (malonaldehyde) ซึ่ง

แยกออกมาได้โดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำของอาหารที่มีสภาพเป็นกรด (41) มาโลนัลดีไฮด์ที่ถูกกลั่นออกมาสามารถทำปฏิกิริยากับ 2-thiobarbituric acid ให้สารละลายสีชมพู ดูดกลืนแสงได้ดีที่ 538 นาโนเมตร ปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืนจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของมาโลนัลดีไฮด์ ความเข้มข้นของมาโลนัลดีไฮด์ต่อตัวอย่างอาหารหนึ่งกิโลกรัม คือค่า TBA ซึ่งแสดงถึงความมากน้อยของปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่เกิดขึ้น

2.3.2 การเกิดปฏิกริยาการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (Browing reaction)

การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหารที่ผ่านความร้อนมาแล้ว หรือ อาหารแห้งจะเป็นปฏิกิริยา Non-enzymatic browning กลไกที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยามีผู้สรุปไว้เป็น 3 แบบ (6,35) คือ

-คาร์โบไฮเดรท ทำปฏิกิริยากับ กรดอะมิโน ทำให้เกิดสารสีน้ำตาล ซึ่งทราบกันโดยทั่วไปว่า เกิด Maillard reaction ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นได้แม้จะมีสารอาหารสองตัวนี้เป็นจำนวนเล็กน้อยก็ตาม

-Ascorbic acid degradation กรดแอสคอบิคสลายตัวจนได้สารสีน้ำตาลในขั้นสุดท้าย

-Caramelization เกิดจากน้ำตาลมีการสูญเสียน้ำออกจากโมเลกุล จะเกิดขึ้นเมื่อให้ความร้อนสูงมาก ๆ

ในการเกิดสารสีน้ำตาลทั้ง 3 แบบ ดังกล่าวแล้วข้างต้น นอกจากสีจะเปลี่ยนแปลงแล้วมักจะพบว่าคุณสมบัติอื่น ๆ เปลี่ยนแปลงด้วย เช่น ปริมาณความชื้น การละลายน้ำ หรือการดูดซึมน้ำ (11,25)

ปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อปฏิกิริยาได้แก่ ปริมาณความชื้น และอุณหภูมิ (6,15) อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะสูงสุดที่ปริมาณความชื้นค่าหนึ่ง ปริมาณความชื้นที่มากหรือน้อยกว่านี้ จะทำให้อัตราเร็วของปฏิกิริยาลดลง อย่างไรก็ตามพบว่า ในผลิตภัณฑ์อาหารแห้งซึ่งมีความชื้นต่ำ ๆ ปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลจะไม่เป็นปัญหาใหญ่เหมือนปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน ส่วนผลของอุณหภูมินั้นพบว่า ปฏิกิริยาจะเกิดเร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น นอกจากนี้พบว่า ปริมาณออกซิเจนแทบจะไม่มีผลต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยา (15,38)

2.3.3 การแยกชั้น

เนื่องจากกะทิเป็น emulsion แบบ oil in water (12) จากการทดลองพบว่า

ตั้งกะทิไว้แล้วจะแยกชั้น (44) จึงควรปรับปรุงไม่ให้เกิดการแยกชั้น ซึ่งอาจทำได้โดย

-ใช้ homogenizer เป็นการให้แรง shear ผ่าน pressure pump แก่กะทิ ๆ จะขยายตัวและถูกกดให้ผ่านช่อง (nozzle) เล็ก ๆ ทำให้ droplet ของ disperse phase มีขนาดเล็กลง (13)

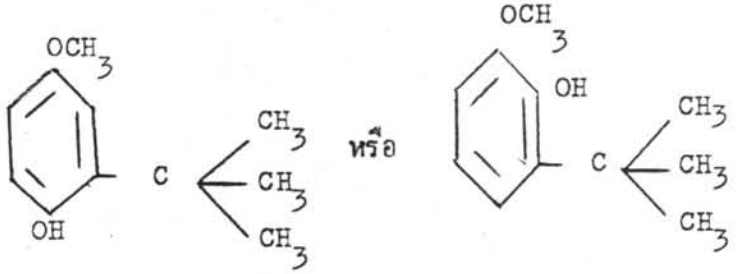
2.4 การใช้สารถนอมอาหารในกะทิเข้มข้น

เนื่องจากกะทิเข้มข้นที่ผลิตขึ้นนั้นเมื่อเก็บไว้ระยะเวลาหนึ่งพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ คือ

1. กลิ่นหืน
2. เกิดปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาล
3. เกิดการแยกชั้น

จากการทดลองของ Ubolsri (44) พบว่า การใช้ antibiotic, antioxidant และ preservative ไม่มีผลในการช่วยยืดอายุการเก็บของกะทิสด แต่มัลหนา (2) พบว่า การใช้ antioxidant ในผลิตภัณฑ์ที่เป็นผงสามารถยืดอายุการเก็บได้ ประมาณ 1 ปี

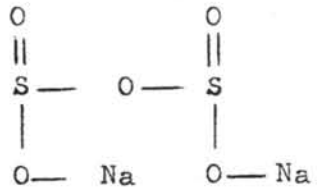
ในการทดลองนี้จะใช้ Butylated hydroxy anisole(BHA) ซึ่งมีคุณสมบัติละลายในน้ำมันได้ดี ละลายน้ำได้ร้อยละ 0.0015 ที่อุณหภูมิ 77 องศาฟาเรนไฮท์ มีความคงทนต่อความร้อนสูง มีสูตรโครงสร้างทางเคมีได้ 2 แบบ คือ



กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ได้ 200 ppm. หรือร้อยละ 0.02 ของน้ำหนักของไขมันในอาหาร

สำหรับการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลนั้น เสริมศรี (3) ทดลองใช้

โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ในกะทิเข้มข้นบรรจุกระป๋องพบว่า สามารถลดปริมาณบักเตรี และกะทิเข้มข้นเก็บได้ ประมาณ 1 ปี ในการทดลองนี้ใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ ซึ่งเป็นผลึกสีขาวละลายน้ำได้ในอัตราส่วน 1 กรัมต่อน้ำ 4 มิลลิลิตร มีสูตรโครงสร้างทางเคมีดังนี้ คือ



กฎหมายอนุญาตให้ใช้ได้สูงสุดร้อยละ 0.05

กลไก (mechanism) ของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาล ยังไม่มีผู้ใดอธิบายไว้ แต่มีผู้คาดคะเนว่า เนื่องจากโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์เป็น antioxidant ดังนั้น โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์อาจป้องกันการสัมผัสของออกซิเจนกับผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังทำให้สารประกอบ phenolic ซึ่งมีสีน้ำตาลถูกเปลี่ยนเป็น reduced form ซึ่งไม่มีสี การใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ในการเตรียมกะทิเข้มข้นทำได้ 2 แบบคือ

1. แช่เนื้อมะพร้าวที่ยังไม่ได้ขูดฝอยลงในสารละลายของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์
2. เติมสารละลายของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ลงในกะทิขณะผลิต

สำหรับปัญหาการแยกชั้นที่เกิดกับผลิตภัณฑ์กะทินั้น จากเอกสารพบว่า การใช้ homogenizer ช่วยให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น (18,21)

2.5 การควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพเป็นความจำเป็นในการผลิตผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่ต้องการให้มีคุณภาพดี คงที่สม่ำเสมอ ซึ่งการควบคุมคุณภาพที่ดีจะต้องทำเป็นขั้นตอนคือ

2.5.1 ควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ

2.5.2 ควบคุมคุณภาพระหว่างกระบวนการผลิต ได้แก่

-ควบคุมวิธีการผลิต เครื่องมือ เครื่องจักร อุณหภูมิ ให้ถูกต้องเหมือนกันทุกครั้ง

-ควบคุมเกี่ยวกับเชื้อจุลินทรีย์ ที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์เสียในภายหลัง เช่น การล้างทำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความสะอาดเครื่องมือ ฆ่าเชื้อก่อนผลิตทุกครั้ง การบรรจุขณะร้อนในภาชนะบรรจุที่ฆ่าเชื้อโดยอบร้อนแล้ว การใส่สารถนอมอาหาร หรือ การทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นเข้มข้นมาก หรือทำให้มีความเป็นกรดด่างที่เชื้อไม่สามารถเติบโตได้ เป็นต้น

-ควบคุมทางเคมี โดยตรวจดูผลิตภัณฑ์ขณะผลิตว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้างหรือไม่ เช่นการเปลี่ยนแปลงของสี การเกิดออกซิเดชั่น และการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาล เป็นต้น

2.5.3 ควบคุมผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว (Finished Products) เพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีคุณภาพดี และสามารถเก็บรักษาในสภาพนั้นได้จนจำหน่ายและบริโภคหมด จึงต้องทำการตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บดังนี้

2.5.3.1 คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น กลิ่น รส ลักษณะที่เห็น ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะสังเกตุได้ด้วยตา หรือโดยวิธี Panel Test

003733

2.5.3.2 คุณสมบัติทางเคมี เช่น การหาปริมาณไขมัน หรือคุณค่าทางอาหารอื่น ๆ เป็นต้น คุณสมบัติทางเคมีจะบอกให้ทราบถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ว่า เป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งเราจะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้ด้วยตาเปล่า ถึงแม้ผลิตภัณฑ์นั้นจะเสียไปแล้วก็ตาม

2.5.3.3 การควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ เช่น ตรวจหาปริมาณ และชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ ทางจุลชีววิทยา เพื่อให้แน่ใจว่าปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ หรือไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ ที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย หรือทำให้ผลิตภัณฑ์เสียเมื่อเก็บไว้ เป็นต้น (30)

เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะดีตามที่ต้องการ ในการทดลองนี้จึงได้ศึกษาถึงวิธีควบคุมคุณภาพด้วย แต่เนื่องจากยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ขึ้น จึงได้กำหนดคุณลักษณะไว้เพื่อเป็นแนวทางในการผลิต และการควบคุมคุณภาพดังนี้คือ

<u>คุณลักษณะที่ต้องการ</u>

1. ผลิตภัณฑ์กะทิเข้มข้นต้องมีความเข้มข้นพอเหมาะ ไม่มีปัญหาในการเทออกจากภาชนะบรรจุ
2. ลักษณะของกะทิเข้มข้นควรจะเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) เนียน (Smooth paste) และไม่แยกชั้นเมื่อเก็บไว้
3. ยังคง สี กลิ่น รส และเมื่อรวมตัวกับน้ำในอัตราส่วนหนึ่งแล้วมีลักษณะเหมือนกะทิสด
4. สามารถเก็บไว้ได้เป็นระยะเวลานานพอที่ผู้บริโภคจะรับประทานหมดโดยที่ยังคงสภาพเดิมอยู่

2.6 อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

ตามคำจำกัดความของ IFT (26) อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์หมายถึง ช่วงระยะเวลาระหว่างการผลิตไปจนถึงการนำออกขายปลีกโดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณภาพเป็นที่น่าพอใจ มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ เช่น องค์ประกอบของอาหาร กรรมวิธีการผลิต วิธีการบรรจุ และสภาวะที่ใช้ระหว่างขนส่ง หรือเก็บรักษา ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ เวลา ความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ (22,26) การทดลองเพื่อคำนวณหาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ ทำได้ 2 แบบ (31) คือ

2.6.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ในสภาวะที่เหมือนกับสภาวะเมื่อนำออกจำหน่าย (สภาวะของอุณหภูมิ ภาชนะบรรจุ ความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ) ทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะ 1-3 เดือน (42) ต่อครั้ง ใช้เวลาศึกษาประมาณ $\frac{1}{2}$ - 2 ปี จากผลการเปลี่ยนแปลงจะทราบอายุการเก็บ

2.6.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ในสภาวะที่เร่งให้เกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้น โดยอาศัยความรู้ที่ว่า อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะขึ้นกับอุณหภูมิและความชื้นเป็นสำคัญ ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท ความชื้นจะไม่มีผลต่อปฏิกิริยา ดังนั้นจะศึกษาโดยเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิปกติ อย่างน้อย 3 อุณหภูมิขึ้นไป ใช้เวลาที่ศึกษาประมาณ 1-3 เดือน ทำการตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเป็นระยะ 1-2 อาทิตย์ต่อครั้ง (34) อุณหภูมิที่ใช้ในการศึกษาอยู่ในช่วง 25-80 องศาเซลเซียส (37,41) จากผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงนำมาคำนวณหาการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะเกิดที่อุณหภูมิต่ำกว่า เพื่อหาอายุการเก็บได้ต่อไป Brockman (9) ได้ศึกษาโดยทดลองเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่ 3 อุณหภูมิ แล้วหาอัตราเร็วของปฏิกิริยา K ที่อุณหภูมิทั้งสามนี้ โดยใช้สมการ $\ln \frac{C}{C_o} = -Kt$ (ในเมื่อ C คือความเข้มข้นที่เหลืออยู่หลังจากเวลาใด ๆ และ C_o คือความเข้มข้นเริ่มต้น) เขียนกราฟระหว่าง $\ln \frac{C}{C_o}$ กับเวลา t จะได้ความชันมีค่าเท่ากับ K และจากสมการ $\ln K = \ln k_o - \frac{E}{R} \cdot \frac{1}{T}$ (ในเมื่อ k_o ค่า absolute rate constant, E คือ Activation energy R คือ Gas constant และ T คือ Absolute temperature) เขียนกราฟระหว่าง lnK กับ $\frac{1}{T}$ จะหาอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่อุณหภูมิใด ๆ ได้ และเมื่อทราบค่า C ซึ่งยังทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับ จะหาอายุการเก็บที่อุณหภูมินั้นได้โดยใช้สมการ $\ln \frac{C}{C_o} = -Kt$ อีกครั้ง