

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 น้ำมันข้าวโพด

น้ำมันข้าวโพดจัดว่าเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดีและมีประโยชน์มากชนิดหนึ่ง คุณสมบัติโดยทั่วไปคล้ายกับน้ำมันจากรำข้าว, น้ำมันจากถั่วเหลือง และน้ำมันจากเมล็ดฝ้าย ซึ่งเป็นน้ำมันที่มีกรดไขมันประเภทไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acids) เช่น โอลีอิก และ ลิโนลีโออิก ในปริมาณสูง (ตารางที่ 1, 2) กรดไขมันเหล่านี้ร่างกายมีความต้องการในปริมาณสูงและมักไม่เกิดการสะสมในร่างกายมนุษย์ ส่วนพวกอิ่มตัว (Saturated fatty acids) ซึ่งมีประโยชน์น้อยกว่าก็มีอยู่บ้าง ความข้อมูลที่ปรากฏในวงการแพทย์ในสหรัฐอเมริกาพบว่าบุคคลที่รับประทานอาหารที่มีกรดไขมันประเภทอิ่มตัวมาก ๆ เช่น ไขมันจากสัตว์, จากนม, น้ำมันปาล์ม, น้ำมันมะพร้าว หรือรับประทานอาหารเนื้อสัตว์มาก มักเป็นโรคเกี่ยวกับหัวใจและมีปริมาณไขมันในโลหิตสูง การเปลี่ยนมารับประทานน้ำมันข้าวโพดทำให้อาการของโรคเหล่านี้ลดน้อยลง และไม่เกิดการอ้วนชนิดลงพุง (9)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบประเภทของกรดไขมันซึ่งเป็นส่วนประกอบของน้ำมันพืช
ชนิดต่างๆ (49)

ประเภทของ กรดไขมัน	เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมัน					
	คอกคาฝอย	ข้าวโพด	ถั่วเหลือง	ฝ้าย	ถั่วลิสง	มะกอก
Polyunsaturates	73-79	56-58	55-69	50-55	24-25	8-15
Monounsaturates	10-19	26-32	14-35	14-24	53-56	68-76
Saturates	8-11	12-14	10-17	26-31	20-22	16-17

น้ำมันข้าวโพดปัจจุบันเป็นที่นิยมแพร่หลายมากเนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่น ๆ ไม่มีปัญหาเรื่องสารเป็นพิษ (toxin) กัง เช่นที่พบในน้ำมันพืชอื่น ๆ เช่น น้ำมันจากถั่วลิสง และน้ำมันจากเมล็ดฝ้าย จึงไม่ทำให้เกิดอาการแพ้ (29) ในอุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้น้ำมันข้าวโพดในการผลิตมายองเนส มาร์การีน (margarine) และทำสัคชินิกต่าง ๆ เนื่องจากไม่มีรสชาดขบคั่งกลิ่นรสของอาหาร ให้ความนิ่มนวลสำหรับผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่ และนิยมใช้ทอดอาหารที่ต้องใช้น้ำมันในปริมาณมากเพื่อผลิตทางการค้า เช่น โคนัท, มันฝรั่ง, กล้วยปลา เนื่องจากไม่มีควันเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 232.2 °C (20) นอกจากนี้ยังมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมยา, อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และใช้ปริมาณน้อยในอุตสาหกรรมสิ่งทอ, ยายาแมลง, สารเคมี, กระจก, การฟอกหนัง ฯลฯ

น้ำมันข้าวโพดเป็นผลพลอยได้จากขบวนการที่เรียกว่า Wet-Milling และ Dry-Milling ของข้าวโพด เมื่อยังไม่ได้ทำให้บริสุทธิ์ (Crude Corn Oil) จะมีสีเหลืองแกมค่อนข้างคล้ำ มีฟอสโฟไลปิด (phospholipid) อยู่ในช่วง 1-3% สเตอรอล (Sterol) 1% หรือมากกว่า และมีกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) ในปริมาณค่อนข้างสูง โดยน้ำมันข้าวโพดจาก Wet-Milling จะมีโดยเฉลี่ย 2.3% ในรูปของกรดโอเลอิก และมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 1.5-4.0% ส่วนจาก Dry-Milling ค่าเฉลี่ยประมาณ 1.8% วิตามินอี (Tocopherol) มีประมาณ 0.1% และมี Wax อยู่ในปริมาณน้อย คือประมาณ 0.05% (14)

คุณลักษณะและส่วนประกอบของน้ำมันข้าวโพด มีแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติและส่วนประกอบของน้ำมันข้าวโพด (14)

คุณสมบัติต่าง ๆ

Iodine number	103 - 133
Saponification number	187 - 193
Refractive index at 25 C	1.470 - 1.477
Specific gravity at 25 /25 C	0.916 - 0.921
Unsaponifiable matter, %	0.8 - 2.9
Titer, C	14 - 20

กรดไขมัน

เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

Myristic	0.2
Palmitic	9.9
Stearic	2.9
C ₂₀ - C ₂₂ saturated	<u>0.2</u>
Total Saturated	13.2
Palmitoleic	0.5
Oleic	30.1
Linoleic	56.2
Linolenic	<u>0.0</u>
Total Unsaturated	86.8

Triglycerides

Trisaturated (GS ₃)	0
Disaturated (GS ₂ U)	2.2
Diunsaturated (GSU ₂)	40.3
Triunsaturated (GU ₃)	57.5

2.2 : ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของเมล็ดข้าวโพด (29 , 42)

2.2.1 ลักษณะโครงสร้างเมล็ดข้าวโพด ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ (รูปที่ 1)

1. ส่วนชั้นนอกที่ห่อหุ้มเมล็ด (Pericarp, Hull, Bran) มีประมาณ 5% โดยน้ำหนัก

2. ส่วนคั่นอ่อน (Germ หรือ Embryo) มีประมาณ 12% โดยน้ำหนัก แบ่งเป็น 2 ส่วนที่สำคัญคือ Scutellum มีประมาณ 90% ของคั่นอ่อน ทำหน้าที่เก็บอาหารระหว่างการงอก และ Embryonic axis ซึ่งจะเจริญเติบโตเป็นหน่อ

3. Endosperm เป็นแหล่งสะสมอาหารพิเศษนอกเหนือจากใบเลี้ยง มีอยู่ประมาณ 82% โดยน้ำหนัก แบ่งออกได้เป็น

- Soft Starch (Floury Endosperm)
- Hard Starch (Starch-gluten หรือ Horny Endosperm)

ซึ่งอัตราส่วนของ Hard : Soft Starch ประมาณ 2 : 1 ในข้าวโพดเนื้อแน่นหัวบวม (Dent Corn) และใน Horny Endosperm จะมีโปรตีนมากกว่าใน Floury Endosperm 1.5 - 2.0 %.

4. เนื้อเยื่อส่วนที่เมล็ดข้าวโพดติดกับขังข้าวโพด (Tip Cap) มีประมาณ 1% โดยน้ำหนัก ลักษณะเป็นรูปดาว ยึดหยุ่นได้ สามารถดูดน้ำได้อย่างรวดเร็ว มีส่วนติดกับคั่นอ่อนเป็นเนื้อเยื่อสีน้ำตาลเรียกว่า Hilar layer

2.2.2 ส่วนประกอบของเมล็ดข้าวโพด

ส่วนประกอบภายในเมล็ดข้าวโพด จะขึ้นกับชนิดของเมล็ดและสภาพแวดล้อม เช่น ดิน, อากาศ และปุ๋ย (19)

ส่วนประกอบของเมล็ดข้าวโพดทั่วไป (น้ำหนักแห้ง) ประกอบด้วย

1. คาร์โบไฮเดรต 80% แบ่งเป็น
 - แป้ง (Starch) 73% โดยมี Amylose :
 - Amylopectin = 27 : 73
 - น้ำตาล (Sugar) 3%
 - Pentosan 4%
2. โปรตีน (gluten) 10%
3. น้ำมัน 4.5%
4. เส้นใย (fiber) 3.5%
5. แร่ธาตุต่าง ๆ 2%

จะเห็นว่าส่วนประกอบส่วนใหญ่ของเมล็ดข้าวโพด คือคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีประมาณ 80% ส่วนน้ำมันมีเพียงประมาณ 4.5% เท่านั้น

2.2.3 การกระจายของส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในโครงสร้างของเมล็ดข้าวโพด

ส่วนประกอบของเมล็ดข้าวโพดกระจายอยู่ตามโครงสร้างส่วนต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งจะเห็นว่า น้ำมันส่วนใหญ่ (83.2%) อยู่ภายในส่วนของคั่นอ่อน

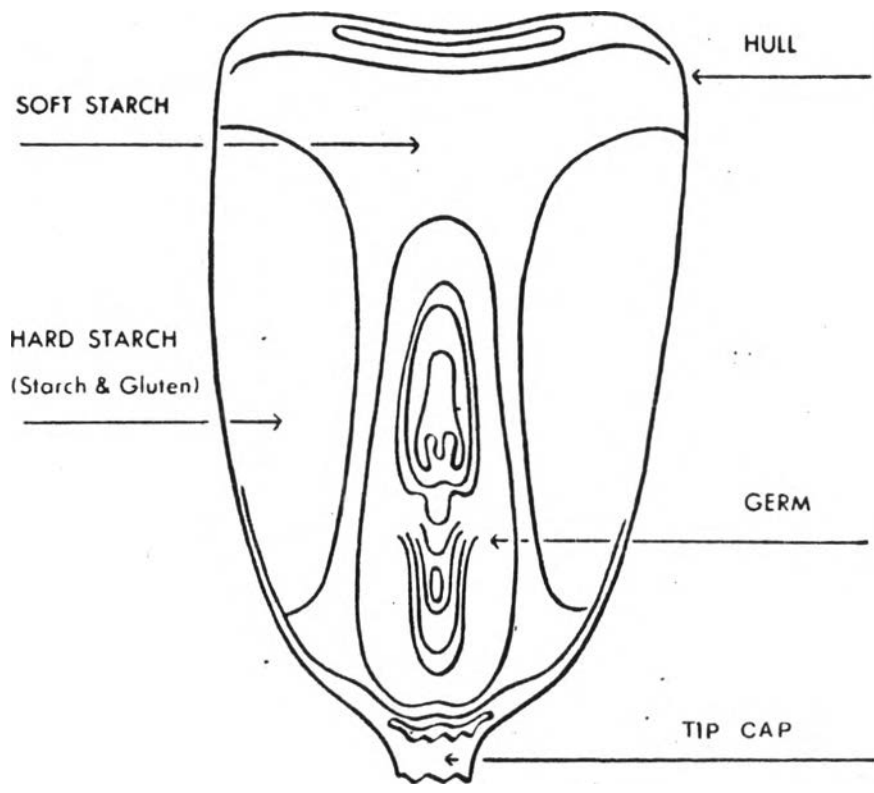


DIAGRAM OF THE CORN KERNEL

รูปที่ 1 ลักษณะโครงสร้างของเมล็ดข้าวโพด (42)

ตารางที่ 3 การกระจายของส่วนประกอบต่าง ๆ ภายใน
โครงสร้างของ เมล็ดข้าวโพดเนื้อแน่นหัวบวบ (41)

	Endo- sperm %	Embryo %	Peri- carp %	Tip Cap %
ส่วนของโครงสร้างในเมล็ดข้าวโพด	82	11.6	5.5	0.8
โปรตีน	73.1	23.9	2.2	0.8
น้ำมัน	15.0	83.2	1.2	0.6
น้ำตาล	28.2	70.0	1.1	0.7
แป้ง	98.0	1.3	0.6	0.1
เถ้า	18.2	78.5	2.5	0.8

2.3 ขบวนการแยกส่วนของคั่นอ่อนออกจากเมล็ดข้าวโพด (21, 22, 25, 35, 42, 44, 46)

การแยกคั่นอ่อนออกจากเมล็ดข้าวโพดเพื่อผลิตเป็นแป้งข้าวโพด, น้ำมัน, อาหารสัตว์ และผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการไฮโดรไลซ์ ได้แก่ น้ำตาลและน้ำเชื่อม นั้น จะนำเมล็ดข้าวโพดมาผ่านขบวนการที่เรียกว่า Wet-Milling ซึ่งมีขั้นตอน (แสดงในรูปที่ 2) ดังนี้

(1) เมล็ดข้าวโพดจะผ่านการทำความสะอาด โดยการร่อนแยกหิน, หินทราย, แผลง, ชั่งข้าวโพด ส่วนเศษโลหะที่ปนแทรกออกโดยใช้แม่เหล็กดูด เป็นการทำความสะอาดแห้ง สิ่งปะปนเหล่านี้ถ้าไม่แยกออกก่อนจะทำให้เครื่องมือเครื่องจักรเสียหายได้ และทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการต่ำ เมล็ดข้าวโพดเมื่อจะนำมาใช้จะผ่านการคัดเลือกขนาด และเมล็ดที่เน่าเสียออกอีกครั้งและอาจจะมีการล้างขจัดสิ่งสกปรกที่ติดผิวและสปอร์ของพวกจุลินทรีย์ต่าง ๆ

(2) การแช่ (Steeping)

เมล็ดข้าวโพดจะถูกนำมาแช่ วัตถุประสงค์เพื่อ

1 ทำให้เมล็ดข้าวโพดอ่อนนุ่ม และทำให้เส้นใยที่เชื่อมระหว่างแป้งและโปรตีน (starch-protein matrix) หลุดออกได้ง่าย

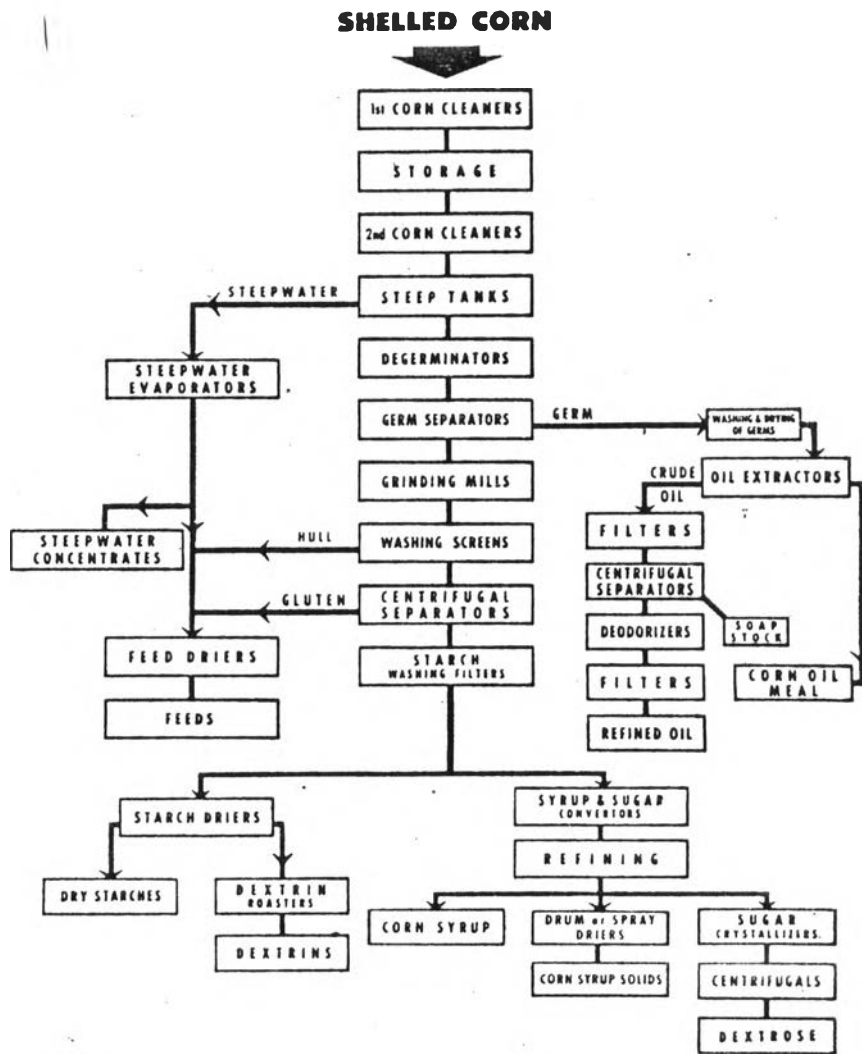
2 ลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีอยู่

การแช่จะทำในถังไม้หรือถังสแตนเลส โดยแช่ข้าวโพดในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ความเข้มข้นที่ใช้ทั่วไปคือ 0.2 - 0.3 % อุณหภูมิ 50 - 55 °C เวลา 2 - 3 วัน

สารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ SO_2 ในน้ำจะอยู่ในรูปของกรดซัลฟูรัส H_2SO_3



สำหรับในโรงงาน SO_2 จะได้จากการเผากำมะถัน (Sulfur) ในอากาศผ่าน SO_2 ที่เกิดขึ้นในน้ำ เพื่อให้ได้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ ปริมาณของสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะใช้ 7 - 14 แกลลอนต่อข้าวโพด 1 bushel (1.2445 ลูกบาศก์ฟุต)



FLOW DIAGRAM OF THE WET-MILLING PROCESS

รูปที่ 2 แผนภูมิขบวนการ Wet-Milling (42)

ผลของสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีต่อเมล็ดข้าวโพด คือ ประการแรก จะทำให้ข้าวโพดอ่อนนุ่ม กรดซัลฟูริกจะทำให้โปรตีนในเมล็ดกระจายตัว ทำให้สามารถ แยกแป้งออกเป็นโมเลกุลเล็กๆ ได้โดยง่าย ซึ่งถ้าใช้กรดอะซิติก (CH_3COOH) หรือกรดไฮโดร คลอริก (HCl) ที่มีความเข้มข้นหรือ pH ที่เกี่ยวข้องจะให้ผลไม่ดีกว่าและพบว่า การกระจาย ของโปรตีนจะเพิ่มมากขึ้น ถ้าอุณหภูมิในการแช่เพิ่มจาก 38 ถึง 55 °C และความเข้มข้น ของสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มจาก 0.0 ถึง 0.4% สำหรับการใช้กรดซัลฟูริก เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์นั้น ไม่สามารถยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งยังมีกรด แลคติกเกิดขึ้นบ้าง ซึ่งพบว่ากรดแลคติกจะมีผลทำให้ข้าวโพดอ่อนนุ่มมากกว่ากรดซัลฟูริก แต่ไม่มีผลในการกระจายของโปรตีน นอกจากนี้สารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก็ยังมีส่วนทำให้เกิดการฟอกสีของแป้งอีกด้วย (23, 46)

สำหรับผลของสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีต่อน้ำมันข้าวโพดนั้น พบว่าความเข้มข้นของสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้ในการแช่ข้าวโพดเพื่อทำให้ข้าวโพดพองตัวจะไม่เปลี่ยนแปลงส่วนประกอบและโครงสร้างของกรดไขมัน จะมีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปริมาณเล็กน้อยเท่านั้นที่ยังคงเหลืออยู่ในน้ำมันที่สกัดได้ ฉะนั้นการแยกคั่นอ่อนโดยวิธีนี้จะไม่ผลคือคุณสมบัติของน้ำมันที่ได้ (31)

เมื่อเมล็ดข้าวโพดผ่านการแช่จะพองตัวและนิ่ม เหมาะที่จะนำไปผ่านขั้นตอนการแยกคั่นอ่อนต่อไป ส่วนน้ำที่ได้จากการแช่ข้าวโพด (Steepwater) จะมีโปรตีนและแร่ธาตุละลายอยู่ โดยปกติจะมีโปรตีน 35 - 45 % ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งเมื่อทำให้เข้มข้นโดยการระเหยภายใต้สุญญากาศ (Vacuum Evaporation) จนได้สารละลายที่มี 35 - 55 % ของของแข็งที่มีอยู่แล้วจะสามารถนำมาใช้ทำเป็นอาหารสัตว์และอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อเพื่อการหมัก (Fermentation media) (35)

(3) การแยกส่วนของคั่นอ่อนออกจากเมล็ดข้าวโพด

เมื่อเมล็ดข้าวโพดพองและนิ่มได้ก็จะต้องมาถึงการแยกส่วนของคั่นอ่อนออกจากเมล็ดข้าวโพด (Degermination) โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Degerminator ทำให้เมล็ดข้าวโพดแตกออก แล้วจึงนำคั่นอ่อนและส่วนของ Endosperm ที่ปนอยู่ด้วยกัน

ผ่าน Germ separator เพื่อแยกคั่นอ่อนออกโดยขบวนการ (Floatation) ซึ่งอาศัยหลักที่ว่า ส่วนของคั่นอ่อนมีน้ำมันอยู่จึงเบากว่าส่วนอื่นของเมล็ดข้าวโพคและจะลอยอยู่ชั้นบน ในขณะที่ส่วนอื่นของเมล็ดซึ่งหนักกว่าจมอยู่ด้านล่าง

ลักษณะของ Germ Separator เป็นถังน้ำขนาดใหญ่มีใบพัด (agitator) อยู่ด้านล่างทำหน้าที่ช่วยกวนทำให้เกิดการผสมกัน คั่นอ่อนซึ่งเบากว่าส่วนอื่น ๆ จะลอยค้ำขึ้นและแยกออกได้ง่าย ขณะที่กวนแป้งบางส่วนจะละลายออกมาทำให้ความตึงจำเพาะของสารละลายน้ำแป้ง (Starch slurry) เพิ่มขึ้น คั่นอ่อนจะลอยค้ำได้ค้ำขึ้น โดยความตึงจำเพาะจะอยู่ในช่วง 1.06 - 1.08 ส่วนวิธีการอื่น ๆ ในปัจจุบันก็มีการหมุนเหวี่ยง (Centrifugation ใน hydroclones) เพื่อแยกคั่นอ่อนออกโดยใช้หลักการเดียวกัน(20)

(4) การเตรียมคั่นอ่อนเพื่อการสกัดน้ำมัน

คั่นอ่อนที่ได้นำมาผ่านการล้างหลาย ๆ ครั้งเพื่อกำจัดแป้งที่ปนอยู่แล้วนำมาทำให้แห้งเพื่อเข้าสู่ขบวนการสกัดน้ำมันต่อไป

(5) การทำแป้งข้าวโพค, น้ำเชื่อม และน้ำคาล

ส่วนของ Endosperm ที่แยกออกมาได้จะนำมาบด, กรองเอาเปลือก (hull) และเส้นใย (fiber) ออก เหลือแต่แป้งและโปรตีน (gluten) ซึ่งสามารถแยกออกจากกันโดยวิธีการหมุนเหวี่ยง ด้วยความเร็วสูงเนื่องจากมีความตึงจำเพาะต่างกัน แป้งซึ่งหนักกว่าจะถูกแยกออก นำมาล้างหลาย ๆ ครั้ง แล้วทำให้แห้งเป็นแป้งข้าวโพคหรือแปรรูปไปในลักษณะผลิตภัณฑ์จากการไฮโดรไลซ์ เป็นน้ำเชื่อมและน้ำคาล

2.4 กรรมวิธีการผลิตน้ำมันพืชโดยทั่วไป (4, 5, 14, 15, 30, 33, 48)

เมล็ดพืชที่มีน้ำมัน เช่น เมล็ดฝ้าย, ถั่วเหลือง, ถั่วลิสง, เมล็ดนุ่น ฯลฯ จะผ่านขบวนการผลิตน้ำมันที่มีลักษณะคล้าย ๆ กัน โดยแบ่งเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

2.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

2.4.2 การสกัดน้ำมันดิบ (Crude Oil)

2.4.3 การทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ (refining)

2.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

2.4.1.1 การทำความสะอาด วัตถุดิบที่จะนำไปสกัดน้ำมันจะต้องนำมาทำความสะอาดแยกสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ที่ปนมาด้วย เช่น เศษดิน, ฝุ่น, หินหรือเศษเหล็กต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้ถ้าปนอยู่จะทำให้เครื่องจักรที่ใช้เสียหายและทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ได้มีค่าต่ำ

2.4.1.2 การเตรียมวัตถุดิบให้เหมาะสมกับการสกัดน้ำมัน

(1) การแยกเปลือกหรือผิวชั้นนอกออก

เมล็ดพืชบางอย่างมีเปลือกหนาแข็ง ต้องกระเทาะเปลือกออกก่อนเพราะเปลือกมีน้ำมันน้อย ถ้าผสมไปกับเนื้อข้างในจะทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องบีบอัดหรือการสกัดลดลง ส่วนเปลือกที่แยกออกนั้นจะนำไปบีบอัดค่างหากหรือไม้กั้นในลักษณะของปุ๋ยหรือป่นทำอาหารสัตว์ พืชน้ำมันบางชนิดมีลักษณะพิเศษเช่น เมล็ดฝ้าย มีปุ๋ยฝ้ายติดกับเมล็ด ต้องกำจัดปุ๋ยฝ้ายออกเสียก่อนที่จะนำมาสกัดน้ำมัน

(2) การบด (Grinding)

วัตถุประสงค์ของการบดก็เพื่อทำให้การแยกน้ำมันจากเมล็ดง่ายขึ้นเพราะน้ำมันที่อยู่ในเมล็ดจะถูกล้อมรอบด้วยผนังของเซลในเมล็ด การบดทำให้ผนังเซลแตกออก น้ำมันสามารถถูกสกัดออกมาได้ง่าย แล้วทำให้เป็นแผ่นบาง ๆ เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการสกัด ซึ่งจะหนาบางแค่ไหนขึ้นกับชนิดของเมล็ดพืช ส่วนใหญ่ความหนาของเมล็ดพืชในโรงงานผลิตน้ำมันพืชอยู่ในช่วง 0.2-0.3 มม.

(3) การนึ่ง (Steaming)

การนึ่งเป็นขบวนการให้ความร้อนและความชื้นแก่เมล็ดพืช น้ำมันเพื่อลดความหนืดและทำให้น้ำมันไหลออกมาจากเซลได้ง่ายขึ้น นอกจากนั้นยังทำให้โปรตีนในผนังเซลตกตะกอนและยอมให้น้ำมันไหลผ่านผนังเซลออกมาได้ การตกตะกอนของโปรตีนจะเกิดขึ้นคือเมื่อได้รับความร้อนและมีความชื้นอยู่ด้วยเท่านั้น

ดังนั้นขบวนการหนึ่งจึงมีองค์ประกอบที่ควรพิจารณา คือ เวลา, อุณหภูมิ, ความชื้น
ชนิดของเมล็ดพืชและเครื่องมือที่ใช้ในการอัดน้ำมัน เช่นตัวเหลืองต้องการความชื้นเพียง
2.5 - 3.0% ก่อนเข้าเครื่องอัด ถ้าความชื้นของเมล็ดพืชทุกชนิดเกิน 4% จะทำให้น้ำมัน
คกค้างในกากมาก

ความร้อนทำให้เมล็ดมีลักษณะยืดหยุ่นได้ ซึ่งมีผลต่อการอัด นอกจากนั้นยังทำ
ให้พวกฟอสฟาไทด์ (Phosphatides) และสิ่งที่ไม่พึงประสงค์อื่น ๆ ไม่ติดไปกับน้ำมัน
ช่วยทำลายพวกเชื้อรา บักเตรี สารมีพิษบางชนิดและเอนไซม์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำมันพืช
อีกด้วย แต่ความร้อนที่เมล็ดพืชได้รับในขบวนการนี้ถ้าสูงเกินไปทำให้น้ำมันและกากเข้ม
กว่าปกติ และจะไม่สามารถทำให้สีจางลงได้ในขบวนการทำให้บริสุทธิ์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า
การนี้มีความสำคัญอย่างมากในขบวนการผลิตน้ำมัน

2.4.2 การสกัดน้ำมันดิบ

แบ่งออกได้เป็น 3 วิธีด้วยกันคือ

2.4.2.1 การบีบ (Mechanical Pressing)

ซึ่งอาจใช้เครื่องบีบอัดแบบเกลียว (Screw Press) หรือใช้เครื่องบีบแบบไฮดรอลิก
(Hydraulic Press)

2.4.2.2 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent Extraction)

2.4.2.3 การสกัดโดยใช้เครื่องบีบ และตัวทำละลาย

(Prepress-solvent Extraction)

2.4.2.1 การบีบน้ำมันจากเมล็ดพืช เป็นวิธีการผลิตที่ใช้เครื่องจักร
บีบน้ำมันออกจากเมล็ดพืชโดยตรง

(1) การใช้เครื่องบีบอัดแบบเกลียว (Expeller หรือ
Screw Press) เป็นขบวนการที่ต้องกระทำคือ เมื่อถึงแค่ขั้นตอนการบีบเมล็ดพืชให้แตก
จนอัดน้ำมันออกมา กากที่ได้จากการอัดจะมีน้ำมันเหลืออยู่เพียง 3-9% เท่านั้น ขึ้นกับ
ความเร็วของการหมุนสกรู สกรูหมุนเร็วมากจะอัดเมล็ดพืชได้ปริมาณมาก น้ำมันก็ย่อมเหลือ

ในภาคมาก เป็นสัดส่วนกัน ไปด้วย

(2) การใช้เครื่องบีบแบบไฮดรอลิก (Hydraulic press) วิธีนี้ใช้แรงงานมากในการป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่องจักรตามขั้นตอน การบีบครั้งหนึ่งต้องเอากากออกทีหนึ่งซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง

2.4.2.2 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย นับเป็นวิธีที่ทันสมัยที่สุดและมีประสิทธิภาพสูง การสกัดน้ำมันโดยวิธีนี้ใช้เคมีภัณฑ์จากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เป็นคั่นว่า เฮกเซน (hexane) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการสกัดเอาน้ำมันให้ละลายออกมา

ชนิดของเครื่องมือและวิธีการที่ใช้สกัดโดยตัวทำละลายมีหลายวิธีด้วยกันคือ

(1) แบบแช่ (Immersion) เป็นการสกัดโดยนำเมล็ดพืชผ่านขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบแล้วแช่ในตัวทำละลายตามระยะเวลาที่กำหนด เมื่อน้ำมันถูกสกัดออกมาจะผสมอยู่กับตัวทำละลาย หลังจากนั้นก็ใช้ความร้อนทำให้ตัวทำละลายระเหยเหลือแค่น้ำมันดิบไว้

(2) แบบซึมผ่าน (Percolation) ใช้พื้นตัวทำละลายผ่านจนท่วมเมล็ดพืชแล้วปล่อยให้ตามกำหนดเวลาให้ซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อเมล็ดพืชเพื่อสกัดน้ำมันดิบออกมา

(3) แบบผสมระหว่างการแช่และการซึมผ่าน (Immersion Percolation) คือการพ่นแล้วทิ้งเมล็ดพืชให้แช่อยู่ในตัวทำละลายตามกำหนดเวลา แล้วจึงแยกน้ำมันดิบออกด้วยวิธีระเหยโดยใช้ความร้อน

องค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพของการสกัด

1. ปริมาณของตัวทำละลาย ถ้ามีปริมาณมากย่อมสกัดน้ำมันออกได้มากและเหลือน้ำมันอยู่ในกากน้อย แต่อย่างไรก็ตามถ้าใช้ในปริมาณมาก ก็ต้องใช้เวลา ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการแยกตัวทำละลายออกจากน้ำมันมาก และปริมาณการสูญเสียตัวทำละลายเนื่องจากการระเหยออกมามากยิ่งด้วย

2. ชนิดของคั่วห่าละลาย มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป หลักในการเลือกชนิดของคั่วห่าละลายมีดังนี้คือ

- ก. จะต้องละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี
- ข. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด
- ค. ไม่ละลายสิ่งเจือปนหรือสารที่ไม่ต้องการ
- ง. เมื่อสกัดแล้วควรแยกออกจากสารที่ถูกสกัดได้โดยง่าย
- จ. ไม่ละลายปนเป็นเนื้อเดียวกันกับสารละลายของผสมที่จะถูกสกัด
- ฉ. ไม่เป็นพิษและไม่ทำให้เกิดการกัดกร่อน
- ช. ราคาถูกและหาได้ง่าย

นอกจากนี้การเลือกใช้ต้องให้เหมาะกับชนิดของเมล็ดพืช โดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้นอร์มอลเฮก เช่น เพราะมีความเหมาะสมหลายประการ (4, 5)

3. อุณหภูมิขณะสกัด ก่อนปล่อยคั่วห่าละลายไปแช่ต้องอุ่นให้ร้อน ความร้อนจะทำให้ไขมันละลายในคั่วห่าละลายได้มากขึ้น อุณหภูมิประมาณ 60 °C เหมาะกับเมล็ดพืชเกือบทุกชนิด

4. ขนาดและความหนาของแผ่นเมล็ดพืช การบีบเมล็ดพืชให้แตกและอัดเป็นแผ่นจะทำให้คั่วห่าละลายแทรกซึมเข้าไปสัมผัสได้อย่างทั่วถึง ถ้าเมล็ดพืชถูกบดให้ละเอียดเกินไปจะอัดกันแน่นคั่วห่าละลายผ่านเข้าไม่ได้

5. ความชื้นของเมล็ดพืชและคั่วห่าละลาย ปกติความชื้นของเมล็ดพืชไม่ควรเกิน 10% และคั่วห่าละลายต้องไม่มีน้ำหรือความชื้นผสมอยู่

6. เวลาที่ใช้ในการสกัด ต้องใช้เวลาในการสกัดนานพอสมควรการสกัดจึงจะได้ผล

สำหรับการผลิตในโรงงานน้ำมันพืช นิยมใช้คั่วห่าละลาย โดยกรรมวิธี Counter Current Extraction วัตถุประสงค์บนอร์มอลเฮก เช่น จะสวนทางกันโดย

เริ่มจากใช้นอร์มอลเฮกเซนที่บริสุทธิ์จากหัวสุบผ่านวัตคูบให้ท่วมพอสมควร กรองผ่านตะแกรง จากนั้นเอาตัวทำละลายจำนวนเดียวกันที่ไปสกัดน้ำมันจากวัตคูบในชั้น (Stage) ค่อยไป จะได้น้ำมันซึ่งละลายในนอร์มอลเฮกเซน (Miscella) มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นทุกที การควบคุมความเข้มข้นของ Miscella ต้องให้ได้ปริมาณเท่ากับปริมาณน้ำมันในวัตคูบนั้น

การแยกน้ำมันออกจาก Miscella โดยทั่วไปใช้วิธีระเหยโดยผ่านตัวให้ความร้อนและเครื่องระเหย ซึ่งอุณหภูมิจะเพิ่มจาก 55 - 110 °C นอร์มอลเฮกเซนจะระเหยกลับไปควบแน่นใน Condenser Column เพื่อนำไปใช้ในการสกัดต่อไป เพื่อให้แน่ใจว่านอร์มอลเฮกเซนระเหยออกจาก Miscella หมก Miscella จะถูกส่งไปผ่าน Film Type Stripper Column เพื่อเพิ่มพื้นผิวในการระเหยตัวทำละลายออก อุณหภูมิอยู่ในช่วง 110 - 140 °C น้ำมันที่ได้เรียกว่าน้ำมันดิบ (Crude Oil) (7)

น้ำมันดิบที่ได้ต้องผ่านการตรวจสอบว่ามีนอร์มอลเฮกเซนเหลืออยู่หรือไม่ การตรวจสอบจะดูจากจุดวาบไฟ (Flash Point) ถ้ามีค่าค่าประมาณ 180 °C แสดงว่ายังมีนอร์มอลเฮกเซนหลงเหลืออยู่

2.4.2.3 การสกัดโดยใช้เครื่องบีบ และตัวทำละลาย (Prepress-Solvent Extraction) เป็นการสกัดน้ำมันด้วยเครื่องบีบ แล้วนำกากที่เหลือไปสกัดด้วยตัวทำละลายเพื่อเก็บน้ำมันที่เหลืออยู่กับกาก ปกติใช้กับน้ำมันพืชที่มีน้ำมันในปริมาณสูง (4)

การสกัดน้ำมันพืชโดยใช้เครื่องบีบ หรือตัวทำละลายก็ตาม ผลผลิตที่ได้จะเป็นน้ำมันดิบ (Crude Oil) ซึ่งยังมีสี, กลิ่น, รส, เศษผง, กาก คลอคจนสารบางอย่างที่ติดอยู่กับเมล็ดพืชตามธรรมชาติปะปนอยู่ จึงต้องผ่านขั้นตอนการห่าน้ำมันดิบให้บริสุทธิ์อีกครั้งหนึ่ง

2.4.3 การห่าน้ำมันให้บริสุทธิ์ คือการปรับสภาพน้ำมันให้มีสี, กลิ่น, รส และคุณภาพเหมาะแก่การบริโภค ขั้นตอนที่สำคัญคือ (5, 14)

(1) การกำจัดกรดไขมันอิสระ (Neutralization) ด้วยโซดาไฟ (Caustic Soda) เพื่อแยกกรดไขมันอิสระออก สารประกอบที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดไขมันอิสระกับโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสบู่ซึ่งจะมีสิ่งสกปรกหรือสารบางอย่างที่เจือปนในน้ำมันดิบมาก่อนปะปนออกมาด้วย น้ำมันที่เหลือจะบริสุทธิ์และมีกรดไขมันอิสระปนอยู่ในปริมาณต่ำมาก

(2) การฟอกสี (Bleaching) ใช้ผงฟอกสีจาก Fuller's Earth และ/หรือ ผงถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เป็นตัวฟอกแล้วกรองผ่านเครื่องกรอง (Filter Press) ให้หมดสี

(3) การกำจัดกลิ่น (Deodorization) โดยการทำให้สารระเหย (Volatile Matter) ต่าง ๆ ระเหยด้วยไอน้ำภายใต้สภาวะที่อุณหภูมิ 140-230 °C ในเวลา 5 - 12 ชม. แล้วแต่ประเภทของน้ำมันพืช น้ำมันที่ได้จะบริสุทธิ์ และมีคุณภาพเหมาะสมที่จะใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร จึงสามารถนำมาบรรจุเพื่อจำหน่ายต่อไป

ปริมาณน้ำมันในเมล็ดพืชแต่ละชนิด มีมากน้อยแตกต่างกัน เช่น ถั่วเหลืองมีน้ำมัน 16 - 20%, เมล็ดฝ้าย 19 - 21%, มัน 21 - 23 % และรำข้าวขาว 17 - 19% (7) เมล็ดพืชที่มีน้ำมันมากผู้ผลิตนิยมใช้กรรมวิธีการบีบแล้วนำกากเมล็ดพืชที่น้ำมันเหลืออยู่มาสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย ในโรงงานผลิตน้ำมันพืชนิยมใช้กรรมวิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย เพราะส่วนมากจะได้ปริมาณน้ำมันมาก ได้ผลคุ้มค่ากับการลงทุน

สำหรับการผลิตน้ำมันข้าวโพด เนื่องจากส่วนของข้าวโพดที่ใช้ในการสกัดคือ คั่นอ่อน ซึ่งจะต้องถูกแยกออกจากเมล็ดข้าวโพดโดยขบวนการในการผลิตแป้งข้าวโพด (Wet-Milling Process) โดยคั่นอ่อนเป็นผลพลอยได้ ฉะนั้นการผลิตในขั้นอุตสาหกรรมจะต้องมีอุตสาหกรรมแป้งควบคู่กัน ไปจึงจะคุ้มค่าในการลงทุน ภายในคั่นอ่อนจะมีน้ำมันประมาณ 41% โดยเฉลี่ย

ในการผลิตน้ำมันข้าวโพดบริสุทธิ์ (Refined Corn Oil) ปริมาณที่ได้
จะขึ้นกับ

1. ปริมาณน้ำมันทั้งหมดที่มีในคั่นอ่อน
2. ประสิทธิภาพการแยกคั่นอ่อนออกจากเมล็ดข้าวโพด
3. ประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการสกัดน้ำมัน
4. ประสิทธิภาพของกรรมวิธีในการทำให้บริสุทธิ์

2.5 คุณสมบัติบางประการของ ไขมัน

2.5.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

2.5.1.1 ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

ไขมันและน้ำมันทุกชนิดมีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า 1 คือเบา
กว่าน้ำ ความถ่วงจำเพาะของ ไขมันบางชนิดมีดังนี้

น้ำมันเมล็ดฝ้าย ประมาณ	0.917-0.918	ที่ 25 °C (10)
น้ำมันข้าวโพก	0.916-0.921	ที่ 25 °C (10)
น้ำมันหมู	0.931-0.932	ที่ 15 °C (10)

2.5.1.2 จุดหลอมตัวของ ไขมัน (Melting Point)

จุดหลอมตัวของ ไขมันคืออุณหภูมิที่ส่วนของแข็งทั้งหมดเริ่มเปลี่ยน
สภาพไปเมื่อให้ความร้อน ไขมันจะค่อย ๆ ละลายเนื่องด้วยประกอบด้วยกรดไขมันหลายตัว
จุดหลอมตัวของ ไขมันขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณกรดไขมันที่มีอยู่ ถ้ามีคาร์บอนอะตอมมาก คือ
โมเลกุลของ ไขมันใหญ่ขึ้น จุดหลอมตัวจะสูงขึ้น และถ้ามีพันธะคู่มากขึ้นจุดหลอมตัวจะต่ำลง
ถ้าจำนวนคาร์บอน 4-8 อะตอมจะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง คาร์บอน 10 อะตอมจะเป็น
สารครึ่งแข็งครึ่งเหลว และคาร์บอน 12 อะตอมขึ้นไปจะเป็นของแข็ง นอกจากนี้จุดหลอมตัว
ของกรดไขมันที่เป็น Trans-Forms จะสูงกว่ากรดไขมันที่จำนวนคาร์บอนเท่ากันแต่เป็น
Cis-Forms

จุดหลอมตัวของ ไขมันบางชนิด (°C) มีดังนี้

ไขมันหมู	44 - 48	(10)
น้ำมันถั่วลิสง	5 - 10	(10)
น้ำมันข้าวโพก	- 12 ถึง - 10	(50)

2.5.1.3 จุดเป็นควันของ ไขมัน (Smoke Point)

เมื่อ ไขมันและน้ำมัน ได้รับความร้อนถึงอุณหภูมิหนึ่งจะสลายตัว
และมีควันขึ้น อุณหภูมินี้เรียกว่า จุดเป็นควันของ ไขมัน (Smoke Point) หากปล่อยให้

น้ำมันร้อนขึ้นเรื่อย ๆ อาจลุกเป็นไฟขึ้น

เมื่อน้ำมันเป็นควัน Glycerol สลายตัวเป็นสารที่เรียกว่า Acrolein และในน้ำมันมีกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น Acrolein เป็นสารระเหยได้ ทำให้ผู้ที่อยู่ใกล้เคียงเกิดแสบตาและรู้สึกบาดคอทำให้อาหารมีกลิ่นควันไม่น่ารับประทาน



ไขมันและน้ำมันแต่ละชนิดสลายตัวที่อุณหภูมิต่างกัน จุดเป็นควันของไขมันหรือน้ำมันจะขึ้นกับกรดไขมันอิสระเป็นสำคัญ ถ้าปริมาณกรดไขมันอิสระน้อย จุดเป็นควันจะสูง และไขมันที่มีกรดไขมันอิสระสูงจะมีจุดเป็นควันต่ำ

2.5.1.4 Spectral Characteristics

น้ำมันและกรดไขมันบริสุทธิ์จะไม่มีสี ดังนั้นจึงไม่มี Spectral Property ในช่วงที่มองเห็นด้วยตาเปล่า อย่างไรก็ตามไขมันและน้ำมันมักมีสารที่มีสี (Pigment) ซึ่งทำให้เกิดคุณสมบัติในการดูดกลืนพลังงานแสง (Absorption) ไม่มากนักน้อยเสมอสีของไขมันและน้ำมัน เป็นสิ่งสำคัญมากในทางการค้า ในอดีตน้ำมันที่ซื้อขายกันจะพิจารณาเทียบกันด้วยตา โดยใช้ Lovibond Red และ Yellow Glasses แต่วิธีการนี้ไม่ค่อยดีนักในการบอกสีของไขมันที่มีสีเขียวหรือน้ำตาลอยู่ จึงได้มีการนำสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) มาใช้เพื่อหาค่าของสี และนำค่าที่อ่านได้ไปใช้ในการทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ (Refining) และพอกสีให้ได้ตามที่ต้องการ และปัจจุบันวิธีนี้เป็นที่ยอมรับในทางการค้าทั่วไป

ปกติความยาวคลื่นของแสงอุลตราไวโอเลตมีผลคือ Electronic Energy ของโมเลกุลซึ่งเกี่ยวข้องกับการดูดกลืนหรือการคายพลังงานแสง (Absorption หรือ Emission) เช่น การดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงอินฟราเรดเป็นผลจาก Vibrational Energy และไมโครเวฟเป็นผลจาก Rotational Energy

การดูดกลืนพลังงานจะเป็นกลุ่มเฉพาะในโมเลกุล เช่น 1 พันธะคู่ (Double Bond) ถูกกลืน โดยที่ความยาวคลื่นประมาณ 180nm หรือถ้า 2 พันธะคู่มา Conjugate กันจะทำให้เกิดการดูดกลืนพลังงาน ที่ความยาวคลื่นมากขึ้นคือประมาณ 230nm และถ้าเป็น 3, 4, 5 หรือ 6 พันธะคู่มา Conjugate กันก็จะทำให้ดูดกลืนที่ความยาวคลื่นสูงขึ้นไป คือประมาณ 268, 315, 346 และ 374 nm ตามลำดับ จากหลักการนี้ทำให้ใช้ได้กับการวัดลิโนลิค, ลิโนลินิก และ Polyunsaturated Fatty Acids ที่สูงขึ้นอีกที่มีในน้ำมันได้ วิธีวัดเพื่อความถูกต้องควรใช้กับสารที่มีการเกิดพันธะคู่ แบบ Cis-Form เท่านั้น นอกจากนี้แล้วยังใช้วัดความแตกต่างของน้ำมันหมักกับน้ำมันพืชที่ผ่านการเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation) ได้ด้วย (10)

การดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงอินฟราเรดใช้ในการศึกษาคัดสิน Functional Group ของโมเลกุลมากกว่าจะใช้ในทางปริมาณวิเคราะห์ (Quantitative Analysis) โดยการใช้การดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงอินฟราเรดจะบอกให้รู้ถึง Geometric Configuration ของ 1 พันธะคู่ (Isolated Double Bonds) ได้ และยังบอกได้ว่าเกิด Trans-Acid ระหว่างน้ำมันหมู่น้ำมันไขวัว หรือไขมันอื่น ๆ ที่ถูกเติมไฮโดรเจนหรือไม่ด้วย

การดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงอินฟราเรด เป็นประโยชน์ในการศึกษาสารประกอบพวก Hydroxyl, Hydroperoxyl และ Carbonyl ในขณะที่เกิด Auto-oxidation ของไขมันได้ เช่น ช่วง $2.93 \times 10^3 \text{ nm}$ แสดงว่ามี Hydroperoxides เกิดขึ้นดังตัวอย่าง Alcohol-OH ดูดกลืนแสงที่ 2,750 nm Carboxyl-OH ดูดกลืนแสงที่ 2,380 nm และ Hydroperoxyl-OH ดูดกลืนแสงที่ 2,815 nm เป็นต้น

2.5.2 คุณสมบัติทางเคมี

2.5.2.1 การเกิดออกซิเดชันของไขมัน (Auto-oxidation)

การเกิดออกซิเดชันของไขมันจะสำคัญที่สุดในไขมันที่มี Unsaturated Triglyceride ในระหว่างเก็บ กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวจะทำปฏิกิริยา

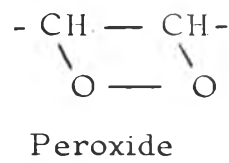
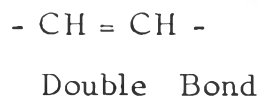
ออกซิเจนในอากาศได้สารประกอบประเภท เปอร์ออกไซด์, อัลดีไฮด์ (Aldehyde), คีโตน (Ketones), น้ำ, คาร์บอนไดออกไซด์, Hydroxy Acids, ไฮโดรเจน และ Polymerized Fats ซึ่งขึ้นกับชนิดของไขมัน, สภาพ และเวลา การเกิดออกซิเดชันของไขมันจะทำลายวิตามิน (เอ, ที, อี, เค และ ซี) ทำลายกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายและทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน (Oxidative Rancidity)

ตัวแปรที่มีผลต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมัน

1. จำนวน Unsaturated Linkage ทั้งหมดในไขมัน และโครงสร้างของ Fatty Acid Radicals โดย Trans-Isomers จะถูกออกซิไดส์ได้ช้ากว่า Cis-Isomers ของไขมันที่มีคาร์บอนเท่ากัน (25) การเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation) ก็ช่วยทำให้ปฏิกิริยาช้าลงได้บ้าง
2. ออกซิเจน จำเป็นต่อการเกิดออกซิเดชัน
3. แสง แสงในช่วงอุลตราไวโอเลตถึงอินฟราเรดจะทำให้เกิดการออกซิเดชัน และในช่วงอุลตราไวโอเลตจะเกิดได้เร็วกว่าช่วงวิสิเบิล เนื่องจากมีพลังงานสูงกว่า
4. อุณหภูมิ การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้เพิ่มอัตราการเกิดออกซิเดชันมากกว่า ปฏิกิริยาเคมีโดยทั่วไปเล็กน้อย เนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิมิมีผลคือ Chain Propagation Reaction และ Peroxide Decomposition
5. ความชื้น จะป้องกันการเกิดออกซิเดชันได้โดยน้ำปริมาณน้อย ๆ จะลดการดูดซึม (Absorption) ของออกซิเจน (13)
6. ความดัน มีส่วนเร่งปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชัน (10)
7. โลหะต่าง ๆ เช่น ทองแดง, เหล็ก จะทำให้เกิดการออกซิเดชันได้ดียิ่งขึ้น (Prooxidants)
8. การมีสารตามธรรมชาติที่ช่วยกันการเกิดออกซิเดชัน (Natural Antioxidant) ในไขมัน ได้แก่ วิตามินอี ซึ่งพบในน้ำมันพืช ทำให้น้ำมันพืชเหม็นหืน

ซ้ำกว่าน้ำมันจากสัตว์ทั้ง ๆ ที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่า

การเกิดเปอร์ออกไซด์จะเกิดในคอนคัน ๆ ของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งทดสอบได้โดยหาค่าเปอร์ออกไซด์ สารประกอบเปอร์ออกไซด์ไม่ทำให้เกิดการเหม็นหืนด้วยตัวของมันเอง แต่ผลิตภัณฑ์จากการสลายตัวและปฏิกิริยาของเปอร์ออกไซด์ซึ่งได้แก่ อัลดีไฮด์ คีโตน และกรดต่าง ๆ ทำให้เกิดกลิ่นหืนขึ้นในอาหารทุกชนิดที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่



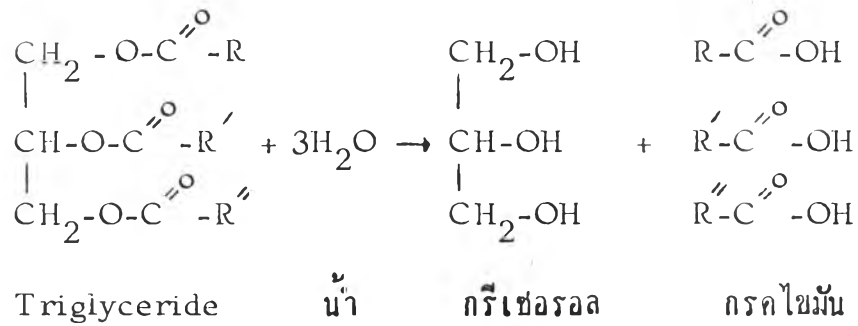
การเหม็นหืนด้วยปฏิกิริยานี้ป้องกันได้โดยการเก็บไขมันในภาชนะทึบแสงปิดสนิท อากาศเข้าไม่ได้หรือเก็บในสุญญากาศ ในที่เย็น ภาชนะที่เก็บต้องไม่มีเหล็กหรือทองแดง น้ำมันที่ขายบางชนิด ผู้ผลิตเติมสารกันหืนลงไปด้วย เช่น วิตามินอี, BHA (Butylated Hydroxyanisol) และ BHT (Butylated Hydroxytoluene) และอื่น ๆ การป้องกันการเหม็นหืนในอาหารที่มีไขมันทำได้ยากกว่าไขมันหรือน้ำมันล้วนๆ เพราะสารกันหืนอาจจะสลายตัวในขณะที่ทำอาหาร หรือผสมให้กระจายตัวสม่ำเสมอในอาหารชนิดต่าง ๆ ได้ยาก

2.5.2.2 การเกิดไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) ของไขมัน

การเกิดอาจเกิดได้ 2 สาเหตุ คือ

1. จากจุลินทรีย์ บักเตรีสามารถไฮโดรไลซ์ไขมันและทำปฏิกิริยากับสารที่เกิดจากการไฮโดรไลซิส ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีอาหารที่เหมาะสมที่องค์การอยู่พร้อมกับไขมันเท่านั้น พบในน้ำมันจากรำข้าว, นม, และเนย เป็นต้น ซึ่งเป็นปัญหาว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เกิดโดยตรงหรือเกิดจากเอ็นไซม์ที่ผลิตขึ้น (39)

2. จากการทำปฏิกิริยากับน้ำ ที่อุณหภูมิ 200 °C หรือมากกว่า Triglyceride จะถูกไฮโดรไลซ์เป็นกรีเซอรอล (Glycerol) และกรดไขมันขณะที่สูญเสียมน้ำ



การไฮโดรไลซิสจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงและถูกเร่งให้เกิดมากขึ้นเมื่อมีน้ำและตัวเร่ง (Catalyst) ที่เหมาะสม ที่อุณหภูมิประมาณ 120 °C จะเกิดขึ้นเมื่อมีกรดซัลฟูริก และถ้ามีกรดเกลือเข้มข้นและคางแคโนอัลคอกซอลด์ ปฏิกิริยาจะเกิดที่อุณหภูมิประมาณ 100 °C ส่วนการเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่ำ จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีเอนไซม์ไลเปส (Lipase) อยู่ด้วย (39)

การไฮโดรไลซิสจะทำให้เกิดกรดไขมันอิสระซึ่งถ้าเป็นประเภทโมเลกุลสั้น ๆ เช่น กรดบิวทีริก (Butyric Acid) จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดกลิ่นหืน

ปกติเอนไซม์ไลเปสที่มีอยู่ในไขมันจะถูกทำลายโดยความร้อน การเหม็นหืนจะเกิดขึ้นเฉพาะในอาหารที่ผ่านความร้อนไม่สูงพอที่จะทำลายเอนไซม์ การเหม็นหืนชนิดนี้จึงป้องกันได้ง่าย โดยใช้ความร้อนทำลายเอนไซม์

2.6 ส่วนประกอบต่าง ๆ ในน้ำมันดิบ

น้ำมันดิบ (Crude Oil) ที่ได้จากการเจียว (Rendering), การบีบอัด และการใช้คั่วหาละลาย จะมีสิ่งปะปน (Nonglyceride Impurities) ที่อาจคิดมาจากส่วนของเมล็ดที่ใช้ในการสกัดน้ำมันหรือเนื้อเยื่อที่ล้อมรอบอยู่ สิ่งปะปนที่พบประกอบด้วย Raffinose, Pentosans, Resins, Proteoses, Peptones, Phospholipid (Phosphatides), Xanthophyll, Chlorophyll, Carotenoids, Mucilaginous Substances, Tocopherol, กรดไขมันอิสระ ฯลฯ สารเหล่านี้ส่วนมากไม่เป็นที่ต้องการ ยกเว้น Tocopherol ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันในไขมัน การที่มีสิ่งปะปนต่าง ๆ จะทำให้เกิด ฟอง, ควัน, กลิ่น หรือตกตะกอนทำให้เกิดสีที่ไม่ต้องการ (26)

กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) ในน้ำมันดิบจะมีกรดไขมันอิสระเกิดขึ้นเป็นปริมาณเล็กน้อย เนื่องจากเกิดการไฮโดรไลซิส ตัวอย่างเช่นในรำข้าว มีเอนไซม์ไลเปสที่สามารถทำให้เกิดกรดไขมันอิสระได้มาก นอกจากนั้นสภาวะในขั้นตอนการผลิตน้ำมันก็มีส่วนทำให้ไขมันแตกตัวออกเป็นกรดไขมันอิสระได้บ้าง กรดไขมันอิสระที่ได้จะแตกต่างตามชนิดของเมล็ดพืชที่ใช้

วิตามินอี (Tocopherol) ในน้ำมันจากพืชจะมีวิตามินอีปะปนมาด้วย ซึ่งมีความเป็นสารป้องกันการเกิดออกซิเดชันในน้ำมัน เนื่องจากวิตามินอีมีคุณสมบัติที่ดูออกซิไดซ์ได้ง่าย แต่มีข้อเสียคือถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน

ฟอสโฟไลปิด (Phospholipids หรือ Phosphatides) เป็นสารประกอบอยู่ในไขมัน แม้จะมีไม่มากแต่ก็สำคัญคือโครงสร้างของเนื้อเยื่อ เนื่องจากมีกลุ่มที่รวมกับน้ำได้ (Hydrophilic Group) ทำให้มีคุณสมบัติเป็น Surface Active Agent สามารถช่วยในการแขวนลอยไขมันกับน้ำ และสำคัญในการขนถ่ายสารอาหารไขมันในกระแสโลหิต โมเลกุลประกอบด้วยกรีเซอรอล, กรดไขมัน, ฟอสเฟต และสารประกอบไนโตรเจน ที่พบมากที่สุดคือน้ำและสัคว์ คือ เลซิทีน (Phosphatidyl Choline)

และเซฟาลิน (Phosphatidyl Ethanolamine) ในสัตว์พบในเซลล์ของเนื้อเยื่อที่ไว
ต่อปฏิกิริยา เช่น สมอง, คับ, หัวใจ และค่อม้านม ส่วนในพืชพบมากในเมล็ด
ในน้ำมันที่ใช้ประกอบอาหารซึ่งผ่านขบวนการทำให้บริสุทธิ์นั้น ฟอสโฟไลปิดจะถูกกำจัด
ออกไปในขั้น Degumming เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการที่มีคุณสมบัติช่วยทำให้เกิด
อิมัลชัน (Emulsifying Agent) จะทำให้เกิดอิมัลชันขึ้นในน้ำมันทำให้แยกสบูได้ยาก
ในขั้นตอน Neutralization และ Phospholipid Gums (Lecithin) จะทำ
ให้น้ำมันค่าในขั้นตอนการกำจัดกลิ่น (Deodorization) (50)

2.7 การเก็บและการขนถ่ายน้ำมันดิบ

(Crude Oil Handling and Storage)

ในการเก็บและการขนถ่ายน้ำมันดิบเพื่อนำไปผลิตน้ำมันบริสุทธิ์ที่มีคุณภาพดีและค่าใช้จ่ายต่ำ จะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ที่จะเปลี่ยนแปลงระหว่างเก็บ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้หลายทาง (16, 20)

1. การปนเปื้อน (Contamination) ได้แก่ น้ำมันอื่นหรือสิ่งปะปนอื่น ๆ เช่น ความชื้นจะมีผลทำให้เกิดการตกตะกอนของสารพวก Gum ในขณะที่เก็บถ้าสภาวะเหมาะสม โดยการที่มีความชื้นสูง (High Humidity) และอุณหภูมิพอเหมาะ นอกจากนี้ยังต้องป้องกันการปนเปื้อนที่อาจติดมากับภาชนะที่ใช้ในการเก็บน้ำมันอีกด้วย

2. การเปลี่ยนแปลงสี (Color Increase and/or Fixation) ชั้นคอนสเตรนของการสกัดน้ำมันดิบส่วนใหญ่ คือการทำ Final Solvent Stripping ซึ่งอุณหภูมิจะสูงถึง 120 °C ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีได้ น้ำมันจึงต้องถูกทำให้เย็นโดยเร็ว ซึ่งจะเป็นการช่วยลดการเกิดออกซิเดชันในไขมันด้วย

3. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

3.1 การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระ

3.2 การเกิดออกซิเดชัน

ซึ่งจะหลีกเลี่ยงโดย

1. ใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บ โดยไม่ให้ความร้อนด้วยไอน้ำที่มีความดันสูง ถ้าไม่จำเป็นไม่ควรใช้ Centrifugal Pump ระหว่างข้อต่อที่ปิด

2. ไม่ให้สัมผัสกับอากาศและแสง การบรรจุจะบรรจุจากกันภาชนะขึ้นมา และแทนที่อากาศที่ว่างด้วยก๊าซเฉื่อย

3. การป้องกันไม่ให้ น้ำมันมีโอกาสสัมผัสกับโลหะบางชนิด เช่น เหล็ก ทองแดง เป็นต้น