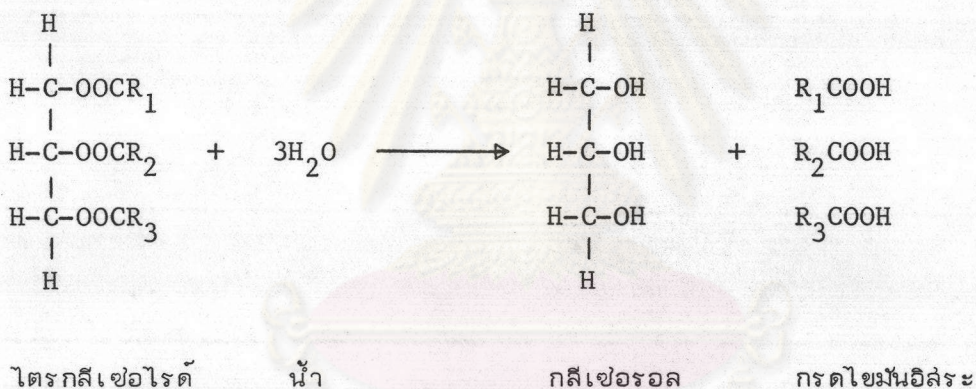


วารสารปรทัศน์

2.1 น้ำมันเมล็ดยางพารา (Para rubber seed oil)

น้ำมันเมล็ดยางพาราเป็นน้ำมันพืชชนิดหนึ่ง เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำเป็นเอสเตอร์ระหว่างกรดไขมันกับกลีเซอรอล (glycerol) ที่เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) (10) เวลาเกิดไฮโดรไลซิส (hydrolysis) จะได้กลีเซอรอล และกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ปฏิกิริยาดังนี้



น้ำมันเมล็ดปัด เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำและเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องชนิดของกรดไขมันจะเป็นตัวกำหนดชนิดของน้ำมัน โดยที่กรดไขมันมีทั้งชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acid) ประกอบด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) สำหรับน้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวนั้นเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ไขมันมีกลิ่นเหม็นหืน (rancidity) และทำให้คุณภาพของน้ำมันเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ ไม่เหมาะสำหรับการนำไปใช้บริโภค

น้ำมันเมล็ดยางพารา มีสีเหลืองอ่อน (11) กลิ่นคล้ายน้ำมันลินซีด (linseed oil) ถ้าหยดให้บาง ๆ แล้ววางทิ้งไว้จะแห้งซึ่งมีสมบัติเป็นน้ำมันประเภทกึ่งแห้ง (semi-drying oil) ดังนั้นจึงมีประโยชน์ในการนำไปทำน้ำมันผสมสีหรือน้ำมันชักเงาได้

น้ำมันเมล็ดยางพารามีสมบัติทางเคมีและทางกายภาพดังนี้ (10,12,13)

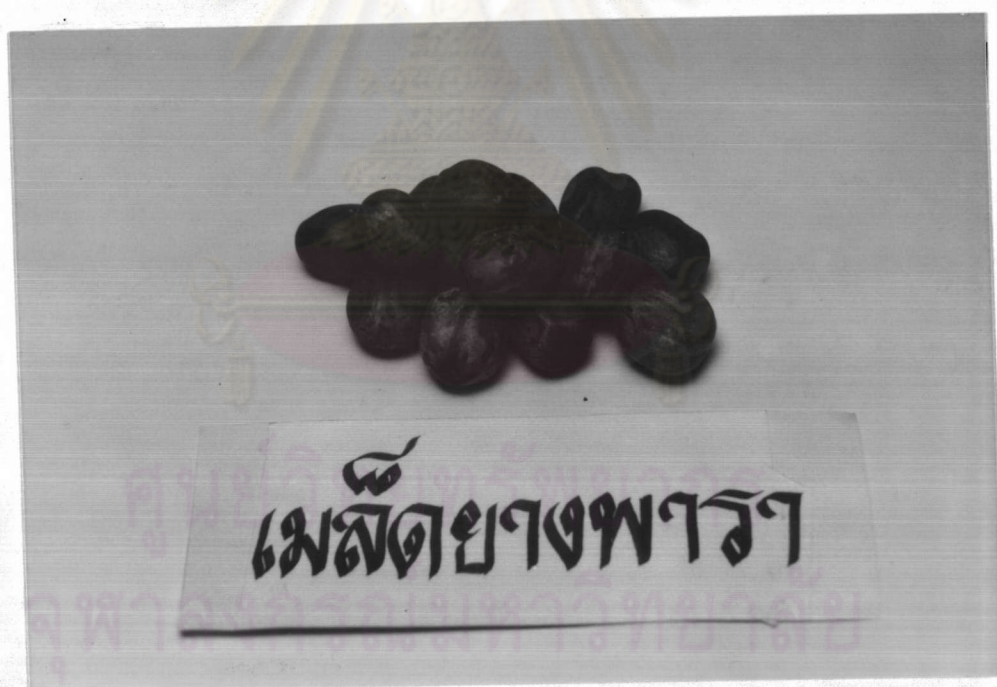
Specific gravity at 15°c	0.924-0.930	0.920-0.930
Saponification value	186-195	190-195
Iodine value	133-143	132-141
Unsaponification value	0.5-0.8	-
Acid value	-	4-40

แสดงการเปรียบเทียบสมบัติน้ำมันเมล็ดยางพารา

	Sumatra	Ceylon	Nigeria
Acid value	40.9	-	-
Saponification value	191.8	192.0	190.0
Iodine value	135.2	139.8	141.0
Palmitic	7.0	10.6	8.7
Stearic	8.7	12.3	10.2
Arachidic	0.3	1.0	1.3
Oleic	27.3	17.1	20.2
Linoleic	31.5	35.5	38.4
Linolenic	19.6	23.5	21.2

2.2 ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของเมล็ดยางพารา

ยางพารา เป็นพืชที่มีผลและเมล็ดเพื่อขยายพันธุ์เหมือนพืชชนิดอื่น ๆ ตามฤดูกาล ต้นยางพาราที่ติดดอกและผลส้มแก่แล้ว 3-4 เดือน จะให้ผลและร่วงเมล็ด 2 ช่วงคือ ประมาณเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม และประมาณเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม ผลมีขนาดโต 4.5-6 เซนติเมตร ผลหนึ่งมี 3 เมล็ด แต่ละเมล็ดมีรูปร่างกลมรีสีน้ำตาล ขนาด 2.0-2.5 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 3-4 กรัม เปลือกในเป็นเยื่อบาง ๆ สีขาว เนื้อในมีลักษณะนิ่ม สีเหลืองอ่อน (14) ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดง ลักษณะของผลยางพาราและเมล็ดยางพารา

จากการศึกษาของศูนย์พัฒนาเศรษฐกิจอุตสาหกรรมภาคใต้ ปรากฏว่าต้นยางพารา 1 ไร่ จะให้เมล็ดยางพาราประมาณ 200 กิโลกรัม และมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 200 กิโลกรัม และมีพื้นที่ปลูกยางพารา 9.7 ล้านไร่ ในจำนวนนี้เป็นต้นยางพาราที่ไม่ให้เมล็ดประมาณ 500,000 ไร่ เพราะอายุไม่ถึง 3 ปี ทำให้มีพื้นที่ปลูกยางพาราที่ให้เมล็ดแล้ว ประมาณ 9.2 ล้านไร่ ดังนั้น ประเทศไทยจะมีเมล็ดยางพารารวมทั้งสิ้นประมาณ 1.84 ล้านตัน (1, 4)

ส่วนประกอบของเมล็ดยางพารา (15) เมล็ดยางพารามีส่วนประกอบเป็นเปลือก ร้อยละ 42.8 โดยน้ำหนักและเนื้อในร้อยละ 58.2 โดยน้ำหนัก เมล็ดในมีปริมาณน้ำมัน ร้อยละ 40-50 น้ำมันร้อยละ 18.8 น้ำตาลร้อยละ 11.2 โปรตีนร้อยละ 17.8 เส้นใย ร้อยละ 4.3 และแคลเซียมร้อยละ 0.201

น้ำมันเมล็ดยางพาราที่สกัดได้มีส่วนประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 13.9 และ กรดไขมันไม่อิ่มตัวร้อยละ 80.5 ส่วนใหญ่กรดไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ linoleic ร้อยละ 40.8 linolenic ร้อยละ 14.3 และ oleic ร้อยละ 29.2 ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญ ที่ทำให้น้ำมันมีกลิ่นเหม็น

องค์ประกอบของน้ำมันเป็นสารประกอบพวกกลีเซอไรด์และนอนกลีเซอไรด์ (non-glyceride) ส่วนใหญ่ไขมันเป็นสารประกอบกลีเซอไรด์ จำแนกส่วนประกอบได้ดังนี้

1. น้ำมัน (ไตรกลีเซอไรด์)
 2. สารประกอบโมโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride) และไดกลีเซอไรด์ (diglyceride)
 3. กรดไขมันอิสระ แบ่งออกเป็นกรดไขมันอิ่มตัว ได้แก่ palmitic, steric, arachidic และกรดไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ linoleic, linolenic และ oleic
 4. ฟอสฟาไทด์ (phosphatides) มีลักษณะเหนียวเรียกว่า ยางเหนียว (gum) ในน้ำมันดิบ (crude oil) ฟอสฟาไทด์ที่สำคัญมีอยู่ 2 ชนิด คือ lecithin และ cephalin
- (10) สำหรับ lecithin เป็นสารที่ละลายในอัลกอฮอล์เป็นสาร optically active และเป็นเอสเทอร์ (ester) ของ glycerophosphoric acid มีสูตรโครงสร้างดังนี้

7. วิตามิน (vitamin) ได้แก่ วิตามิน เอ, ดี และ อี

8. เม็ดสี (pigments) เป็นสารที่ก่อให้เกิดสีในน้ำมันพืชที่สำคัญเป็นสารพวก carotenoid ได้แก่ α -carotene, β -carotene, γ -carotene carotenoid เหล่านี้ ทำให้ไขมันมีสีเหลืองจนถึงสีแดง จะถูกดูดซับได้ด้วย activated clay หรือ activated carbon เช่น น้ำมันฝ้าย pigment ที่ทำให้เกิดสีคือ gossypol น้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันที่มีสีเขียวมักจะสีมีเม็ดสีที่เรียกว่า chlorophyll

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำมันพืช (16, 17)

ไขมันและน้ำมันเป็นอาหารที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต น้ำมันพืชเป็นส่วนหนึ่งของไขมันและน้ำมัน แบ่งตามลักษณะทางกายภาพได้ 2 ประเภทใหญ่ คือ

1. น้ำมันพืชประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) ที่สำคัญได้แก่ palmitic acid, stearic acid, arachidic acid น้ำมันประเภทนี้ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม เป็นต้น

2. น้ำมันพืชที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ที่สำคัญได้แก่ oleic acid, linoleic acid และ linolenic acid น้ำมันประเภทนี้ได้แก่ น้ำมันรำ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน และน้ำมันเมล็ดงา เป็นต้น

2.4 กระบวนการผลิตน้ำมันพืชโดยทั่ว ๆ ไป แบ่งตามขั้นตอนมี 5 ขั้นตอน (16, 18, 19, 20) คือ

1. การเตรียมวัตถุดิบ (pretreatment) วัตถุดิบในการผลิตน้ำมันนับว่ามีความสำคัญและจำเป็นมากในการสกัดน้ำมันเพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์อาหาร ปกติวัตถุดิบมักมีสิ่งเจือปนด้วย เช่น โลหะต่าง ๆ อีฐ หิน ดิน ทราาย จำเป็นต้องกำจัดออกเสียก่อน ขั้นแรกดูดฝุ่นผงเหล็ก โดยใช้ magnetic separator นอกจากนั้นก็ให้นำมาร้อนด้วยตะแกรง คัดขนาด กำจัดเมล็ดสับออกไป เหลือแต่เมล็ดส่งเข้าเครื่องบดต่อไป

2. การบดและการผ่าซีก (grinding and flaking) เพื่อทำให้น้ำมันออกจากเมล็ดง่ายขึ้นเพราะน้ำมันอยู่ภายในผนังเซลล์ของเมล็ด การบดทำให้ผนังเซลล์แตกออก เมื่อบดแล้วทำเป็นแผ่นบาง ๆ จะหนาหรือบางเพียงใดขึ้นกับชนิดของเมล็ดพืช (16) เช่น ถั่วเหลือง

เครื่อง craker จะผ่าเมล็ดถั่วเหลืองเป็นชิ้นเล็ก ๆ จำนวน 6-8 ชิ้นต่อเมล็ด จากนั้นล่องเข้าไปใน cooker หนึ่งด้วยไอน้ำ เพื่อให้สภาพของเมล็ดง่ายต่อการผ่าซีก ตั้ง flaker ให้บาง 0.25-0.40 มิลลิเมตร

3. การนึ่ง (steaming) เป็นการให้ความร้อนและความชื้นแก่เมล็ดพืชไขมัน เพื่อลดความหืดและทำให้น้ำมันไหลออกมาจากเซลล์ได้ง่าย นอกจากนี้ทำให้โปรตีนในผนังเซลล์ตกตะกอนและยอมให้น้ำมันไหลผ่านผนังเซลล์ออกมาได้ ความร้อนทำให้เมล็ดมีความยืดหยุ่นได้ มีผลดีต่อการอัด นอกจากนี้ทำให้สารพวกฟอสฟาไทด์ และสิ่งไม่พึงประสงค์อื่น ๆ ไม่ติดออกไปกับน้ำมัน ทำลายเชื้อรา บักเตรี และยังทำลายสารพิษ เอนไซม์ต่าง ๆ ที่อยู่ในเมล็ดอีกด้วย ผลเสียถ้าความร้อนสูงเกินไปทำให้สีของน้ำมันเข้มขึ้นทำให้ยากในการฟอกสี

4. การอัด (mechanical press) (18) ใช้เครื่องจักรที่เรียกว่า expeller อาจจะเป็นแบบ mechanical หรือ hydraulic ก็ได้ก่อนบีบนำเมล็ดมากระเทาะเปลือก วิธีนี้เหมาะสำหรับเมล็ดพืชที่มีปริมาณน้ำมันสูงเกินกว่าร้อยละ 25 ขึ้นไป และมีน้ำมันเหลือในกากร้อยละ 8-12 เมล็ดพืชที่มีน้ำมันมาก ๆ ต้องบีบ 2 ครั้ง เช่นน้ำมันมะพร้าว (มีน้ำมันร้อยละ 50-70) และปาล์ม (มีน้ำมันร้อยละ 55-65)

5. การสกัด (extraction) นับว่าเป็นวิธีใหม่ เมื่อแย้มเมล็ดพืชด้วยตัวทำละลาย ตัวทำละลายจะละลายเอาน้ำมันออกจากเมล็ดพืช กรองแยกเอากากออกแล้วนำตัวทำละลายที่ผสมกับน้ำมัน (miscella) ไประเหยเอาตัวทำละลายออก ก็จะได้น้ำมันก๊าดคืนมา

2.5 การสกัดน้ำมันดิบ (16, 18, 19, 20, 21) แบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ

1. การสกัดน้ำมันโดยการบีบ วิธีนี้ใช้เครื่องจักรในการบีบน้ำมัน แบ่งตามลักษณะของการบีบได้แก่ เครื่องบีบแบบเกลียวอัด (expeller หรือ serew press) เป็นการบีบน้ำมันอย่างต่อเนื่อง โดยการบีบเมล็ดพืชให้แตกจนอัดน้ำมันออกมาได้ สำหรับเครื่องบีบแบบไฮดรอลิก (hydraulic press) ใช้แรงงานมากในการบ้อนวดเมล็ด การบีบครั้งหนึ่งต้องเอากากออกครึ่งหนึ่งซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง

2. การสกัดน้ำมันโดยใช้ตัวทำละลาย เป็นการสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม เป็นวิธีที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูง การสกัดด้วยตัวทำละลายมีหลายวิธีด้วยกัน คือ

ก. แบบแช่ (immersion) เป็นการสกัดน้ำมันพืชในตัวทำละลายตามระยะเวลาที่กำหนด

ข. แบบซึมผ่าน (percolation) ใช้พ่นตัวทำละลายผ่านจนท่วมเมล็ดพืชแล้ว ปล่อยให้ตามกำหนดเวลาให้ซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อเมล็ดพืชเพื่อสกัดน้ำมันออกมา

ค. แบบผลักระหว่างการแช่และการซึมผ่าน (immersion and percolation) คือการพ่นตัวทำละลายแล้วทิ้งเมล็ดพืชให้แช่อยู่ในตัวทำละลายตามกำหนดเวลา แล้วแยกน้ำมันดิบออกด้วยวิธีระเหยด้วยความร้อน

2.6 การแยกสารแขวนลอยออกจากน้ำมัน (18)

น้ำมันที่ได้จากการบีบหรือการสกัดด้วยตัวทำละลายแล้วเรียกว่า น้ำมันดิบ (crude oil) จะต้องนำไปผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ (refining) เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนต่าง ๆ ในน้ำมันดิบ และดำเนินการเสื่อมคุณภาพระหว่างการเก็บ (19)

สิ่งเจือปนต่าง ๆ ในน้ำมันดิบแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. อนุภาคที่ไม่ละลายในไขมัน (fat-insoluble particles) ได้แก่ เศษเนื้อเยื่อ เศษเปลือกของเมล็ดและเศษผงฝุ่น เป็นต้น สามารถกำจัดได้โดย

ก. การตกตะกอน (sedimentation) เพื่อให้สิ่งเจือปนที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำมันตกตะกอนลงมา ใช้เวลามากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของอนุภาคนั้น ๆ

ข. การกรอง (filtration) เป็นวิธีแยกของแข็งออกจากของเหลว อนุภาคที่ไม่ละลายเรียกว่า precipitate ส่วนของเหลวที่ผ่านการกรองเรียกว่า filtrate

ค. การแยกด้วยแรงเหวี่ยง (centrifuge) ใช้หลักการหมุนด้วยแรงเหวี่ยงที่ความเร็วรอบสูง น้ำมันและอนุภาคที่อยู่ในน้ำมันก็จะถูกแยกออกโดยอาศัยความหนาแน่นที่ต่างกัน

2. สารแขวนลอย (colloidal suspension) เช่น พอลิฟอสเฟตที่ละลายน้ำ (soluble gum) คาร์โบไฮเดรต (น้ำตาล) และสารประกอบไนโตรเจน (โปรตีน) เป็นต้น กำจัดออกโดยกรรมวิธี degumming ใช้หลักการทำให้สารแขวนลอยรวมตัวกันตกตะกอน เป็นลักษณะการรวมตัวกัน (coagulation) ทำได้หลายวิธี เช่น

- ก. การให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง (240-280 องศาเซลเซียส)
- ข. ใช้น้ำหรือน้ำร้อน เพื่อเปลี่ยนสภาพของสารแขวนลอยจาก anhydrous เป็น hydrate form ซึ่งมีลักษณะเหนียวคล้ายวุ้น มีความถ่วงจำเพาะสูง
- ค. การเติมสารเคมีลงไปทำปฏิกิริยาเคมีให้ตกตะกอน เช่น กรดฟอสฟอริก กรดซิตริก เป็นต้น

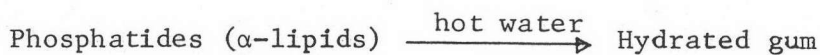
3. สารประกอบที่ละลายในไขมัน (fat-soluble compounds) ได้แก่ ฟอสฟาไทด์ ที่ละลายในไขมัน (insoluble gum) กรดไขมันอิสระ โมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ สารประกอบอัลดีไฮด์ สเตอรอล และซีผึ้ง เป็นต้น

2.7 กระบวนการทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ (8, 9, 16, 18, 19, 20, 21)

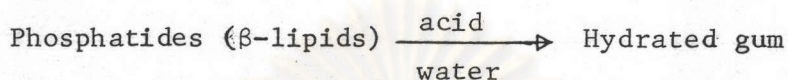
การทำน้ำมันพืชจากน้ำมันดิบจนเป็นน้ำมันบริสุทธิ์สำเร็จรูป เพื่อมุ่งใช้ประโยชน์ได้ดีที่สุดและต้านทานการเสื่อมคุณภาพน้ำมัน จะต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ โดยใช้หลักการเดียวกับกรรมวิธีในอุตสาหกรรมน้ำมันพืชทั่ว ๆ ไป แบ่งออกเป็น

2.7.1 กระบวนการกำจัดยางเหนียว (degumming) น้ำมันดิบจากพืชมีสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุฟอสฟอรัส มีลักษณะเป็นยางเหนียว (gum) รวมอยู่ด้วยที่เรียกว่า ฟอสฟาไทด์ (phosphatides) ได้แก่ lecithin และ cephalin ทำให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพในการเก็บรักษาหรือเมื่อถูกความร้อนจะเกิดยางเหนียวติดภาชนะและทำให้น้ำมันเสียเร็ว การกำจัดยางเหนียวมีหลักการให้ยางเหนียวรวมตัวตกตะกอนโดยใช้น้ำร้อนและสารเคมีต่าง ๆ เช่น กรดฟอสฟอริก กรดซิตริก และอื่น ๆ วิธีการกำจัดยางเหนียวแบ่งตามลักษณะของการเกิดปฏิกิริยามี 2 วิธีคือ

1. การใช้น้ำร้อนกำจัดยางเหนียว (water degumming) น้ำมันดิบมีฟอสฟาไทด์เป็นสารประกอบซึ่งมีลักษณะเป็นยางเหนียว ทำโดยการเติมน้ำร้อนลงไปให้น้ำมันให้สารเหล่านี้เกิดสภาพไฮเดรต (hydrate form) ทำให้มีสมบัติที่ไม่ละลายในน้ำมัน และมีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำมัน ดังนั้นสามารถแยกออกจากน้ำมันได้ด้วยการหมุนเหวี่ยงหรือตกตะกอน การที่ใช้น้ำร้อนเพราะว่าเกิดสภาพไฮเดรตของยางเหนียวได้ดีกว่าในน้ำเย็น (18, 20) ปฏิกิริยาดังนี้

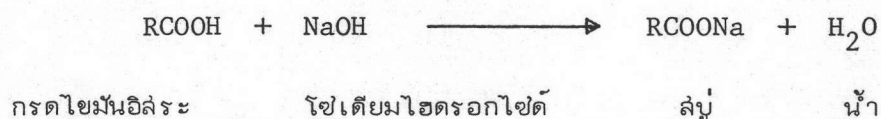


2. การใช้กรดกำสัดยางเหฝียว (acid degumming) ยางเหฝียวที่เป็นพวก non-hydrate จะไม่เกิดสภาพไฮเดรทกับน้ำร้อนจึงต้องไขกรดเข้าช่วยทำปฏิกิริยาก่อนแล้วจึงเกิดสภาพไฮเดรท (19) ปฏิกิริยาดังนี้



กรดทำหน้าที่ไปปรับสภาพให้เหมาะสมเพื่อให้ง่าย เหฝียวสับกับน้ำและตักตะกอนออกมาได้ นอกจากนี้กรดยังช่วยดึง โลหะหนักที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในน้ำมันเหม็นหืนตักตะกอนด้วย การกำสัดยางเหฝียวด้วยกรดมีความจำเป็นมาก ถ้าไม่แยกยางเหฝียวออกจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมันในกระบวนการกำสัดกรดไขมันอิสระมาก เนื่องจากเกิดอิมัลชัน (emulsion) ซึ่งทำให้สีน้ำมันเข้มขึ้นเมื่อถูกความร้อน และทำให้น้ำมันหืนได้ง่าย (16)

2.7.2 กระบวนการกำสัดกรดไขมันอิสระ (neutralizing) น้ำมันดิบมีกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไขมันหลงเหลืออยู่ในสภาพอิสระ (free fatty acid) กรดไขมันอิสระเป็นตัวยุทธสำคัญในการทำให้น้ำมันเหม็นหืน เก็บไว้นานเมื่อถูกความร้อนเกิดควันมาก ทำให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพเร็วและมีสีคล้ำ เพราะกรดไขมันอิสระทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศได้ง่าย การเกิดขึ้นของกลิ่นหืนจะขึ้นอยู่กับปริมาณของกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในน้ำมันนั้นว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด (23) กรดที่มีกรดไขมันอิสระอยู่มากจะเกิดปฏิกิริยา oxidative rancidity อย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำสัดออก วิธีการกำสัดกรดไขมันอิสระในอุตสาหกรรมน้ำมันคือ การใช้สารละลายต่าง (10, 19, 20) เนื่องจากวิธีนี้สามารถกำสัดกรดไขมันอิสระได้มาก โดยการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสบู่และสบู่ที่เกิดขึ้นสามารถกำสัดสิ่งเจือปนต่าง ๆ ออกจากน้ำมันได้โดยการดูดซับ (adsorption) เช่น ฟอสฟาไทด์ สารที่ก่อให้เกิดสี สารประกอบคาร์โบไฮเดรท และโปรตีน สารละลายต่างที่ใช้มากที่สุดคือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (8, 10, 17, 19) สมการการเกิดปฏิกิริยาดังนี้



การกำจัดกรดไขมันอิสระโดยการใส่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อให้ได้น้ำมันที่มีลักษณะและคุณภาพตามที่ต้องการ รวมทั้งมีการสูญเสียน้ำมันน้อยนั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ความเข้มข้นและปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์และอุณหภูมิ (19, 20)

2.7.2.1 ความเข้มข้นและปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

ความเข้มข้นและปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นปัจจัยสำคัญที่สุด ซึ่งระดับที่เหมาะสมกับชนิดและลักษณะของน้ำมัน น้ำมันที่มีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำ ควรใช้สารละลายต่างที่มีความเข้มข้นต่ำ และในทำนองเดียวกันน้ำมันที่มีปริมาณกรดไขมันอิสระสูง ควรใช้สารละลายต่างที่มีความเข้มข้นสูง ถ้าความเข้มข้นสูงโอกาสเกิดสaponification) แต่ถ้าความเข้มข้นต่ำไปโอกาสเกิดอิมัลชันก็มีมากเช่นเดียวกัน (10, 19, 20) สำหรับความเข้มข้นและปริมาณต่างที่ใช้จะขึ้นกับร้อยละของกรดไขมันอิสระ เช่น

ร้อยละของกรดไขมันอิสระ	ความเข้มข้นของต่างที่ใช้ (Be')
0.5-1.5	12-16
1.5-3.0	16-18
3.0-5.0	20-22
5.0-8.0	22-26
สูงกว่า 8	ตั้งแต่ 28 ขึ้นไป

หมายเหตุ : Be' หรือโบเม (Baume) เป็นหน่วยความเข้มข้น

ปริมาณต่างที่ใช้คิดจากปริมาณกรดไขมันอิสระที่มีในน้ำมัน โดยทั่วไปอยู่ในรูปของกรดโอเลอิก (oleic acid) แต่อย่างไรก็ตามต่างที่เติมลงไปเพื่อกำจัดกรดไขมันอิสระควรเติมในปริมาณที่มากเกินไป (excess) คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของกรดไขมันอิสระ ปริมาณต่างที่เติมนี้ขึ้นกับลักษณะของน้ำมันธรรมชาติ รวมทั้งคุณภาพของน้ำมันที่ต้องการด้วย (8, 9, 18, 19, 20)

2.7.2.2 อุณหภูมิในกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ

ในการกำจัดกรดไขมันอิสระเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นสaponification

จะเกิดเพิ่มขึ้น ทำให้สูญเสียน้ำมันมาก ฉะนั้นในการกำจัดกรดไขมันอิสระ จึงควรใช้อุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อให้ลู่ที่เพิ่มขึ้นทั้งตัว (settle) ได้ดีและรวดเร็ว เพราะว่าถ้าลู่ที่ทั้งตัวไม่ดีและช้าจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมันมากขึ้น เนื่องจากลู่อุดตัน (occlude) น้ำมันไว้มาก ดังนั้นในการกำจัดกรดไขมันอิสระควรเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อให้สูญเสียน้ำมันน้อยที่สุด (10, 20) อุณหภูมิที่ใช้ในการกำจัดกรดไขมันอิสระจะอยู่ช่วง 50-70 องศาเซลเซียส เพื่อให้แยกลู่ทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพดี ทั้งนี้เพราะเป็นช่วงอุณหภูมิที่ลู่ทั้งตัวได้ดีและรวดเร็ว (8, 9, 18, 20) นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นกับชนิดของน้ำมันด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 อุณหภูมิในการกำจัดกรดไขมันอิสระของน้ำมันชนิดต่าง ๆ

ชนิดของน้ำมัน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
น้ำมันมะพร้าว	60
น้ำมันมะกอก	60-65
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	54-60
น้ำมันถั่วเหลือง	60-70
น้ำมันเมล็ดกระเทียม	52-57

การแยกลู่ออกจากน้ำมันอาจใช้วิธีการกรองหรือการแยกด้วยแรงเหวี่ยง ซึ่งจำเป็น ต้องแยกลู่และต่างออกให้มากที่สุด โดยการล้างด้วยน้ำร้อน (อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส) ประมาณร้อยละ 5-10 โดยน้ำหนักน้ำมัน น้ำมันที่ผ่านกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระและ ล้างต่าง ลู่ออกแล้วยังต้องไล่ความชื้นในน้ำมันโดยการใช้ระบบสูญญากาศ (vacuum drying) เพื่อรักษาคุณภาพของน้ำมัน นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ซึ่งเกิดได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ (16, 19, 20)

2.7.3 กระบวนการฟอกสี (bleaching) เป็นกระบวนการแบบ กึ่งเคมีฟกสี (semi-physical chemical) โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

- ก. เพื่อกำจัดสีในน้ำมันขึ้นกับชนิดของน้ำมันแต่ละชนิด ซึ่งมีสีแตกต่างกัน
- ข. เพื่อกำจัดยางเหนียวและสารประกอบโลหะ เช่น เหล็ก และ ทองแดง นอกจากนั้นช่วยลดค่าเปอร์ออกไซด์อีกด้วย
- ค. เพื่อกำจัดลู่ที่ขังเหลือจากกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ โดยทำปฏิกิริยากับลู่ให้เปลี่ยนเป็นกรดไขมันอิสระ

การฟอกสีเป็นการลดสารที่ทำให้เกิดสีในน้ำมันโดยอาศัยหลักการดูดซับ (adsorption) เพื่อดึงเอาสารที่ก่อให้เกิดสีและสิ่งเจือปนต่าง ๆ ในน้ำมันได้ สารฟอกสีที่ใช้ได้แก่ carbon black, activated carbon, activated clay และ magnesium silicate เป็นต้น

คุณสมบัติของสารฟอกสีเป็น special clays ที่ถูกกระตุ้น (activate) ด้วยกระบวนการทางกายภาพหรือกระบวนการทางเคมี เช่น ผ่านสารละลายกรดซัลฟริก (H_2SO_4) หรือสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ซึ่งมีความสามารถในการสับเม็ดสี (pigment) ยางเหนียว และสารประกอบโลหะต่าง ๆ ในกรณีของลู่ซึ่งมีสมบัติเป็นเบสอ่อน ลู่จะทำปฏิกิริยากับ activated clay ซึ่งมีสมบัติเป็นกรดก็จะเปลี่ยนเป็นกรดไขมันอิสระ

สีในน้ำมันเกิดจากเนื้อในของเมล็ดพืชมีเม็ดสีต่าง ๆ ได้แก่ พวก carotenoid chlorophyll, xanthophyll และ gossypol ผลมอยู่ทำให้สีน้ำมันมีสีต่าง ๆ กัน เช่น สีน้ำตาลแดงซึ่งเป็นพวก carotene สีเขียวซึ่งเป็น chlorophyll anthocyanin มีในน้ำมันเมล็ดฝ้ายให้สีแดง ถ้ามีการละลายตัวรวมกับ gossypol จะให้สีดำ (19) สารประกอบของโลหะทำให้เกิดสีได้เช่น เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส สีในน้ำมันที่เข้มขึ้นอาจเกิดจากการออกซิเดชันของ unspontifiable ได้โดยเฉพาะ 6-quinone จะให้สีน้ำตาลแดง นอกจากนั้นอาจเกิดจากการให้อุณหภูมิสูง เช่น การสกัดน้ำมันด้วยเครื่องบีบแบบไฮดรอลิก เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องฟอกสีเพื่อให้ได้น้ำมันที่มีสีลักษณะและคุณภาพดี รวมทั้งประหยัดค่าใช้จ่าย ต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่างได้แก่ ชนิดและปริมาณสารฟอกสี อุณหภูมิ และเวลา (8, 16, 18, 19, 20)

2.7.3.1 ชนิดและปริมาณสารฟอกสี

สารฟอกสีที่นิยมใช้มากในอุตสาหกรรมน้ำมันบริโภคได้แก่ natural clay และ activated clay โดยใช้อยู่ในช่วงร้อยละ 0.25-5 โดยน้ำหนัก

น้ำมัน activated clay สามารถกัก (retain) น้ำมันได้มากกว่า natural clay โดยปกติการใช้ activated clay จะทำให้มีการสูญเสียน้ำมันน้อยกว่าการใช้ natural clay แต่ถ้ากรณีของน้ำมันที่ฟอกสียากก็อาจใช้ activated carbon ดังนั้นการเลือกสารฟอกสีจึงต้องคำนึงประสิทธิภาพในการกักน้ำมันรวมทั้งราคาด้วย สำหรับการเลือกปริมาณสารฟอกสีมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ชนิดและประสิทธิภาพของสารฟอกสี ชนิดน้ำมัน สีน้ำมันก่อนฟอก และสีน้ำมันที่ต้องการ (8, 16, 19, 20)

2.7.3.2 อุณหภูมิในกระบวนการฟอกสี

น้ำมันแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการฟอกสีต่างกัน ออกไป เช่น น้ำมันถั่วเหลือง (110-116 องศาเซลเซียส) เป็นต้น

2.7.3.3 เวลาในกระบวนการฟอกสี

เวลาในการฟอกสีน้ำมันพืชแต่ละชนิดนั้น เมื่อใช้เวลานานขึ้น ความเข้มของสีจะลดลงระดับหนึ่งแม้ว่าใช้เวลานานขึ้นอีก เนื่องจากความสามารถของสารฟอกสีดูดซับสีในน้ำมันเต็มที่แล้ว ดังนั้นเวลาในการฟอกสีที่เพิ่มขึ้นในระยะเวลาดังกล่าว ความเข้มของสีไม่เปลี่ยนแปลงอีก สิ่งเป็นปัจจัยที่ไม่ค่อยสำคัญ ส่วนใหญ่ใช้เวลาในการฟอกสีที่อุณหภูมิเหมาะสมประมาณ 20 นาที (23) ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการฟอกสีของน้ำมันชนิดต่าง ๆ

ชนิดน้ำมัน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)
น้ำมันถั่วเหลือง	110-116	20
น้ำมันเรพซิด (Rapeseed)	104-110	20
น้ำมันมะพร้าว	100	20
น้ำมันข้าวโพด	104	20
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	104	20

2.8 การรักษาคุณภาพของน้ำมัน (24, 25, 26, 27)

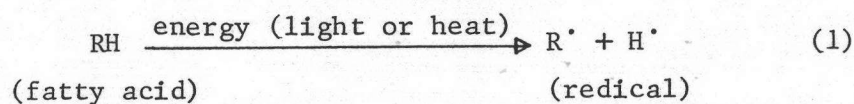
น้ำมันพืชแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเปลี่ยนของคุณภาพน้ำมันต่างกันออกไป แล้วแต่องค์ประกอบของน้ำมันโดยเฉพาะเมล็ดพืชบางพารามีเอ็นไซม์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนไขมันเป็นกรดไขมันอิสระ และการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้น้ำมันที่สกัดได้มีคุณภาพเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วมากไม่เหมาะที่จะนำมาใช้บริโภค ดังนั้นควรนำเมล็ดพืชพารามาให้ความร้อนด้วยการอบแห้งก่อนการสกัดน้ำมัน เพื่อทำลายเอ็นไซม์และป้องกันการเพิ่มความชื้นกรดในน้ำมัน (19)

2.8.1 การตรวจสอบออกซิเดชันในน้ำมันและไขมัน สาเหตุของการหืน (rancidity) ของน้ำมันและไขมัน รวมทั้งผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่มีน้ำมันหรือไขมันผลมอยู่ซึ่งสังเกตได้จากกลิ่น และรส ที่ไม่พึงประสงค์ของผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เสียแล้วเรียกว่า "เหม็นหืน" สาเหตุของการเหม็นหืนมี 2 แบบคือ

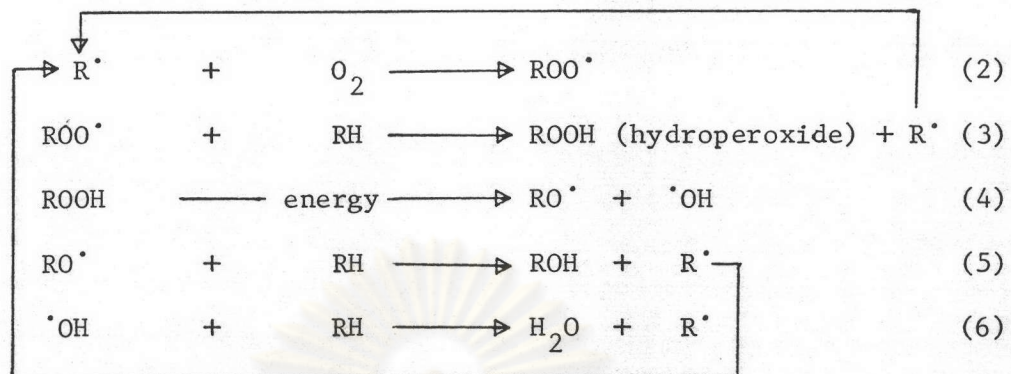
2.8.1.1 การเหม็นหืนที่เกิดจากการไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ไขมันถูกสลายกลายเป็นกลีเซอรอลและกรดไขมันที่มี carbon chains สั้น ๆ ซึ่งจะให้กลิ่นและรสที่ไม่พึงปรารถนาปฏิกิริยาเกิดขึ้นเมื่อมีน้ำมันและไขมัน เช่น เนยเหลว ซึ่งเป็นอิทธิพลของน้ำเป็นเวลานาน โดยมีเอ็นไซม์เป็นตัวเร่งการย่อยสลาย การป้องกันการหืนอาจรักษาไว้ได้โดยเก็บไว้ในที่ที่มีความชื้นต่ำ การทำลายเอ็นไซม์และเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ ๆ

2.8.1.2 การเหม็นหืนที่เกิดจากการเติมออกซิเจน (oxidation) เกิดโดยปฏิกิริยาออกซิเดชันในอากาศกับน้ำมันและไขมัน เนื่องจากความร้อน แสง ทำให้กรดไขมันในน้ำมันแตกเป็นอนุมูลอิสระ (free radical) สามารถรวมตัวกับออกซิเจนทำให้เกิดอนุมูลเปอร์ออกซี (peroxy radical) จะไปกระตุ้นโมเลกุลของน้ำมันและไขมันทำให้เกิดการหืนได้อย่างรวดเร็ว มีกลไกการเกิดปฏิกิริยา 3 ขั้น (27) มีดังนี้

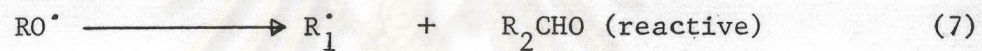
1. initiation



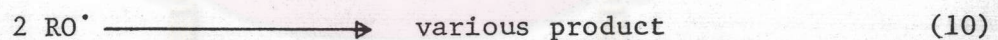
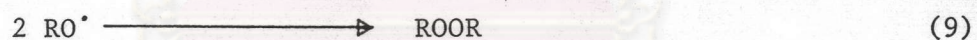
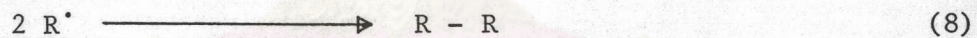
2. propagation



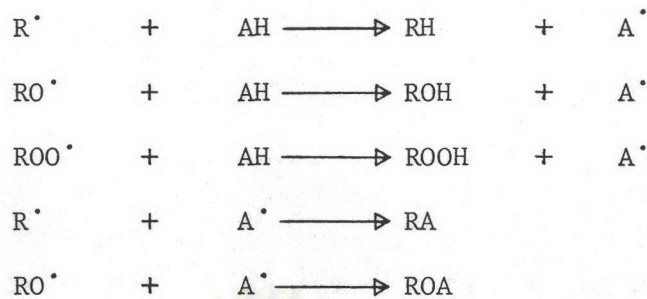
สมการ (4, 5, 6) จะเป็นการเพิ่มอนุมูลอิสระขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นปฏิกิริยาแบบ autocatalytic interaction



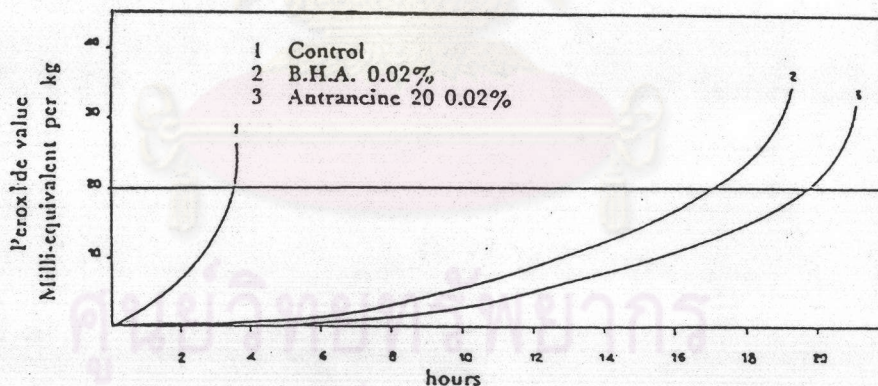
3. termination



ปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนในไขมันนี้ จะเกิดเพิ่มมากขึ้นเมื่อถูกความร้อนและแสง นอกจากเมื่อมีโลหะหนักอยู่เล็กน้อย เช่น เหล็ก ทองแดง เป็นตัวเร่งเปอร์ออกไซด์ (peroxides) ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนได้ตลอดจนมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำมันหรือไขมันได้ การเหม็นหืนมีสาเหตุโดยการเติมออกซิเจนสามารถหน่วงการเกิดปฏิกิริยาโดยใช้สารป้องกันการหืน (antioxidant) เปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นโดยออกซิเดชันตรวจวัดได้จากค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) เป็น milli-equivalents ต่อ กิโลกรัมของน้ำมัน สารป้องกันการหืนเป็นสารประกอบ phenolic และมีความสามารถที่รวมตัวกับอนุมูลอิสระได้ สารป้องกันการหืนจะมีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อเติมในน้ำมันและไขมันใหม่ ๆ ในปริมาณที่เหมาะสมของสารกันหืนคือหยุดกลไกการเกิดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น ถ้าให้ AH เป็นสารกันหืนที่มีในระบบจะได้สมการ (27) ดังนี้



ช่วงเวลาการชักนำ (induction period) ของสารกันหืน ดังรูปที่ 2.2 แสดงอิทธิพลของสารกันหืนที่มีต่อค่าเปอร์ออกไซด์หน่วย milli-equivalents ต่อ กิโลกรัมไขมันกับเวลา ช่วงเวลาการชักนำสุดท้ายค่าเปอร์ออกไซด์จะถึงจุดที่ออกซิเดชันเกิดขึ้นเร็วมาก เวลาที่ใช้เพื่อให้ค่าเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 20 เรียกว่าช่วงเวลาการชักนำ จากรูปที่ 2.2 แสดงให้เห็นชัดเจนว่า ช่วงเวลาชักนำยาวนานขึ้นเมื่อเติมสารป้องกันการหืนในปริมาณที่เหมาะสม (28)

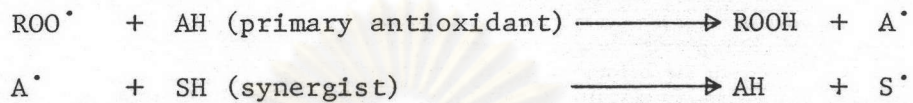


รูปที่ 2.2 อิทธิพลของสารกันหืนที่มีต่อค่าเปอร์ออกไซด์

สารป้องกันการหืนที่นิยมใช้ได้แก่ butylated hydroxytoluene (BHT) butylated hydroxyanisole (BHA) เป็นต้น

สารบางชนิดสามารถเสริมฤทธิ์สารกันหืนได้โดยสารนั้นไม่ได้เป็นสารกันหืน แต่เป็นสารที่สามารถจับโลหะ (chelating agent) พวกทองแดงและเหล็ก ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน สารเหล่านี้ได้แก่ กรดซิตริก (citric acid) กรดแอสคอร์บิก

และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น นอกจากนี้สารเสริมฤทธิ์ยังทำหน้าที่อื่นได้อีกด้วย เช่น บางทฤษฎีกล่าวว่าสารเสริมฤทธิ์จะเป็นตัวให้ประจุลบ (electron) ทำให้เกิดการกลับคืนสภาพ (regeneration) ของสารกันหืนซึ่งเปลี่ยนสภาพไปเนื่องจากการเข้ายับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน มีกลไกต่อไปนี้ (25)



2.9 การนำน้ำมันเมล็ดยางพารามาใช้ประโยชน์

น้ำมันเมล็ดยางพารามีสมบัติเป็นน้ำมันประเภทกึ่งแข็ง ซึ่งมีสมบัติที่สามารถนำมาใช้เป็นน้ำมันผสมสีได้ โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (29) ได้ทดลองผลิตน้ำมันเมล็ดยางพาราเป็นน้ำมันผสมสี โดยวิธี polymerization ใช้ได้ทั้งน้ำมันดิบและน้ำมันที่กำจัดกรดแล้วกับ dicyclopentadiene (DCPD) ในภาชนะปิด Electro - Vapor Plant ขนาด 50 แกลลอน ใช้ DCPD ร้อยละ 20-45 โดยน้ำหนัก เวลา 6-24 ชั่วโมง อุณหภูมิประมาณ 270-280 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ น้ำมันเมล็ดยางพาราที่แปรสภาพแล้ว เหนียวและแห้งเร็ว ใช้เป็นน้ำมันผสมสีทาภายในได้ดี นอกจากนี้ก็ได้มีการนำน้ำมันเมล็ดยางพารามาใช้เป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์ดีเซลอีกด้วย (5, 6) เนื่องจากมีสมบัติที่เหมาะสมคือ มีปริมาณกำมะถันต่ำ จุดวาบไฟ (flash point) สูง สามารถเก็บไว้ได้โดยปลอดภัย ปริมาณค่าความร้อนมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลและเมล็ดยางพารามีปริมาณมาก จึงได้มีการนำน้ำมันเมล็ดยางพาราผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนของน้ำมันเมล็ดยางพาราร้อยละ 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 ตามลำดับ จากการทดลองน้ำมันผสมมาทดสอบกับเครื่องยนต์และนำเครื่องยนต์มาขึ้นไฟพบว่า การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ในอัตราส่วนผสมร้อยละ 30 ของน้ำมันเมล็ดยางพาราใช้ได้ดี แต่ก็มีปัญหาเรื่องยางเหนียวมากทำให้เกิดการอุดตันของเครื่องกรองน้ำมัน และหัวฉีดน้ำมันเนื่องจากน้ำมันเมล็ดยางพารามีความหนืดสูงมาก จึงจำเป็นต้องปรับปรุงน้ำมัน เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ต่อไป (5, 6) และยังสามารถทดลองนำน้ำมันเมล็ดยางพาราเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง และนำเอากากที่เหลือมาใช้เป็นเชื้อเพลิงอีกด้วย โดยเน้นการนำเอามาใช้แทนน้ำมันเตาในเตาเผาพบว่าสามารถนำมาใช้เผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงได้ดี (30)

2.10 การปรับปรุงน้ำมันเมลิตอยางพาราเพื่อใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล สามารถปรับปรุงได้

2 ลักษณะ คือ

1. ปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันพืชให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด มีผู้ค้นคว้าวิจัยโดยใช้กระบวนการต่าง ๆ กันดังนี้

ก. ผสมน้ำดีเซลกับน้ำมันพืชในอัตราส่วนที่เหมาะสม จากการทดลองใช้น้ำมันเมลิตดอกทานตะวันร้อยละ 25 ผสมกับน้ำมันดีเซลร้อยละ 75 ทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล เป็นเวลานานกว่า 1,000 ชั่วโมง พบว่าปัญหาเรื่องการติดเครื่องมีน้อยมาก และกำลังของเครื่องยนต์ไม่ลดต่ำลง (31)

ข. ปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันพืชโดยการแยกสารต่าง ๆ ในน้ำมัน โดยใช้กระบวนการกำจัดยางเหนียว กระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ และกระบวนการฟอกสี ซึ่งเป็นการแยกสารที่เสียน้ำมันออก และไม่ทำให้เกิดการอุดตันเครื่องกรองน้ำมัน

2. การปรับปรุงเครื่องยนต์ให้เหมาะสมสำหรับใช้กับน้ำมันพืช สามารถทำได้ดังนี้

ก. แก้ปัญหาที่เกิดจากน้ำมันพืชที่มีความหนืดสูง โดยเครื่องยนต์จะต้องมีระบบให้ความร้อนแก่เชื้อเพลิงก่อน เพื่อทำให้น้ำมันมีความหนืดลดลง และสามารถฉีดเป็นฝอยได้อย่างสม่ำเสมอในกระบอกสูบ

ข. ระบบฉีดน้ำมันแบบผสม (hybrid injection device) ในระบบนี้จะมีถังน้ำมันแบบคู่ การติดเครื่องยนต์ใช้น้ำมันดีเซลหลังจากเดินเครื่องได้ระยะเวลานานหนึ่งแล้วจึงเปลี่ยนไปใช้น้ำมันพืช ในออฟริกาใต้ได้มีผู้ทดสอบวิธีนี้กับรถยนต์ Mercedes Benz 240D เป็นระยะทางกว่า 1,000 กิโลเมตร พบว่าไม่มีปัญหาต่อเครื่องยนต์ (32)

2.11 ลักษณะของน้ำมันที่จะนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล กำหนดได้ดังนี้

1. คุณสมบัติทางเชื้อเพลิง ได้แก่ สมบัติการติดไฟ ค่าความร้อน ความหนืด ปริมาณกำมะถัน และคาร์บอนหลงเหลือ เป็นต้น

มาตรฐานน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (กระทรวงพาณิชย์ 15 มิถุนายน 2523)

คุณสมบัติ	มาตรฐาน	หมายเหตุ
ความกว้างจำเพาะ (60°/60°ฟ.)	0.82-0.90	-
ความหนืด (100°ฟ., เซนติสโตค)	1.8 -5.0	-
จุดวาบไฟ (°ซ.)	52.0	ค่าต่ำสุด
ซีเทนมีเบอร์	50.0	ค่าต่ำสุด
ปริมาณกำมะถัน (% โดยน้ำหนัก)	1.0	ค่าสูงสุด
จุดเท (°ซ.)	10.0	ค่าสูงสุด
ค่าการกัดกร่อน (122°ฟ., 3 ชม.)	เบอร์ 1	ค่าสูงสุด
ปริมาณคาร์บอนหลงเหลือ (% โดยน้ำหนัก)	0.05	ค่าสูงสุด
เถ้า (% โดยน้ำหนัก)	0.01	ค่าสูงสุด
น้ำและตะกอน (% โดยปริมาตร)	0.05	ค่าสูงสุด
การกลั่นโดยวิธี ASTM ที่ระเหย 90% (°ซ.)	370.0	ค่าสูงสุด
สีโดยวิธี ASTM	4.0	ค่าสูงสุด

2. ลักษณะของน้ำมันเชื้อเพลิง

- ก. ขึ้นกับราคาและปริมาณที่สามารถหาได้ง่าย
- ข. ความต้องการที่จะเพิ่ม สรรรณะของเครื่องยนต์
- ค. แนวโน้มที่จะได้งานมากขึ้นต่อหน่วยปริมาตรของกระบอกสูบ
- ง. ความสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และอายุของเครื่องเมื่อ

ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงนั้น

- จ. ความสามารถของเครื่องที่จะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงนั้น

โดยทั่วไปลักษณะและส่วนประกอบของเชื้อเพลิง เป็นจะเป็นตัวประกอบสำคัญ

ซึ่งทำให้สมบัติทางเชื้อเพลิงต่างกันออกไปเช่น เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพต่ำต้องการอัตราส่วนการอัดที่สูงขึ้น เหล่านี้เป็นต้น