



เอกสารอ้างอิง

1. รัตนา ส่ฆานชาติ, "น้ำมันเมล็ดยางพารา," กองแผนงาน กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร, 2524.
2. ปทุม ธีรวัฒน์, "การทดลองทำน้ำมันเมล็ดยางพาราสำหรับผสมสี," วิทยาศาสตร์, 5(2), 79-87, 2494.
3. Udomsakdhi, B., Munsakul, S. and Sthapitanonda, K., "Rubber seed," TJAS, 7(2), 259-271, 1974.
4. พล ส่าเกทอง และคณะ, "การใช้ประโยชน์จากเมล็ดยางพาราเพื่อเป็นเชื้อเพลิง," ผลงานวิจัยกำลังพิมพ์เผยแพร่ ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
5. นพดล ส่างเลวี, ศัตรพร ธาระวานิช, "การใช้น้ำมันจากเมล็ดยางพารากับเครื่องยนต์ดีเซล," โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี, ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
6. กฤษณเดว ทรีปาดิ, ลุ้กิล พรพรหมลิขิต, "การใช้น้ำมันเมล็ดยางพารากับเครื่องยนต์ดีเซล," โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี, ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.
7. ระพีพันธ์ ภาลบุตร, "พลังงานจากน้ำมันพืช," ฝ่ายฝึกอบรมเกษตรวิศวกรรม กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาเกษตร, 2527.
8. Diosady, L.L., "Symposium, Degumming, Refining and Bleaching" JOACS, 61 (8), 1365-1368, 1984.
9. Latondress, E.G., "Energy Saving Techniques in Continous Degumming and Refining," JAOCs, 61 (5), 1380-1382, 1984.
10. Bailey, A.E., Industrial Oil and Fat Products, pp.3, 22, 175, 543, 612-669, Interscience Publishing Co., New York, 2nd ed., 1951.

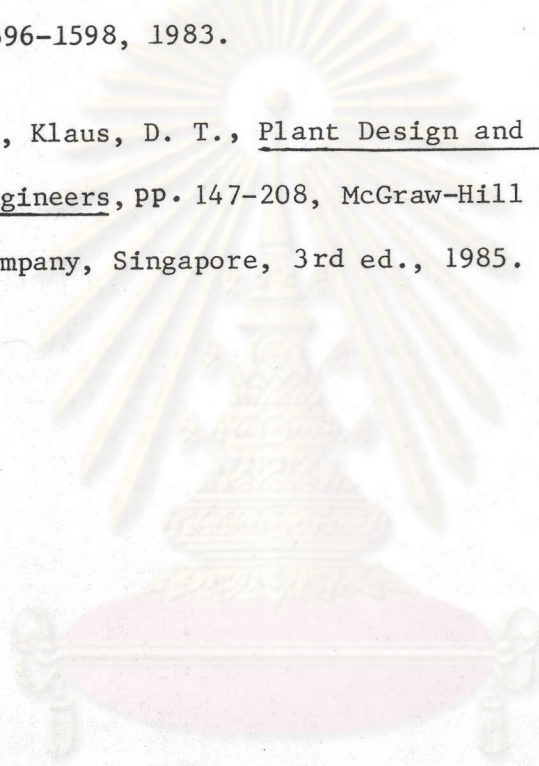
11. Jamieson, G.S. in Vegetable Fats and Oils, pp. 182-210, The Chemical Catalog Company Inc., New York, 1932
12. George, S.J., Vegetable Fats and Oils, pp. 295, Reinhold Publishing Co., New York, 2nd ed., 1943.
13. Eckey, E. W., Vegetable Fats and Oils, pp. 582-583, Reinhold Publishing Co., New York, 1954.
14. สรรเสริญ เจริญศรี, เกரியงศักดิ์ เตชอนันต์ และ วินัย ปัญญาธัญญะ, "การทดลองใช้น้ำมันและวิเคราะห์หีสัมบัติน้ำมันจากเมล็ดไม้ 9 ชนิด", กองวิจัยผลิตผลไม้มกรรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร, 2517.
15. Kato, A., Tanaka, A., วิมลศรี เทวะผลิน และ ชำคบุตร ฉินนนท์, "การวิเคราะห์หีสัมบัติไขมันเมล็ดยางพาราและสารประกอบลงในน้ำมันเมล็ดยางพารา," กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพมหานคร, 2518.
16. เล็ก บุญบรรลุล, "Training Programe on Vegetable Oil Industry," บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด, 2526.
17. \_\_\_\_\_. "Advance Vegetable Fats and Oils Processing," บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด, 2526.
18. วิชิต ปัญญาพิทยาสกุล, "Training Programme on Vegetable Oil Industry," บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด, 2527.
19. Anderson, A.J.C., Refining of Oils and Fats for Edible Purposes, pp. 13-18, 31-41, 72-86. The Macmillan Company, New York, 2nd ed., 1962.
20. Daniel, S., Bailery's Industrial Oil and Fat Products, pp. 287-308, A Wiley Interscience Publication, New York, 2nd ed., 1982.

21. วิไล คุณปกรณ์, "การสกัดน้ำมันเมล็ดยางพาราโดยใช้ตัวทำละลายในถังกวน,"  
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย, 2528.
22. ประเสริฐ ลายลัมพิต, ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย, หน้า 50-53  
สำนักพิมพ์บริษัทสยามออฟเซ็ท จำกัด, กรุงเทพมหานคร, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2527.
23. Richardson, L. L., "Use of Bleaching Clays in Processing Edible  
Oils," JOACS, 55(8), 777-778, 1978.
24. Williams, K. A., Oils, Fats and Fatty Food, pp. 343-350 J & A  
Churehill Ltd., London, 4th ed., 1966.
25. Heid, J. L. and Joslyn, M.A. in Food Processing Operations, Their  
Management Machines Materials and Methods Vol.2, pp.237,  
334-335, 350, The AVI Publishing Company, Inc., Westport,  
Conncticut, 1963.
26. Dugan, Jr., L. E., Lipids in Priciple of Food Science (Fennema,  
O.R. ed) Part 1, pp. 167, 169-171, 182-185, Marcel Dekker,  
Inc., New York, 1976.
27. FAO, "A Review of The Technological Efficary of Some Antioxidants  
and Synergists," World Health Organization and Food and  
Agriculture Organization, Rome, 1970.
28. เชื้อ ไชคตาม, สุวรรณ นิธิพงษ์พานิช, "การสกัดน้ำมันจากเมล็ดยางพารา," โครงการ  
วิจัยระดับปริญญาตรี ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย, 2526.
29. กรรณิการ์ สถาปัตตานนท์, โยติ วิมลเจลา, สุภัทรา มั่นลกุล และ ปญชา อุดมศักดิ์,  
"การทำสีจากน้ำมันเมล็ดยางพารา," สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
แห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร, 2524.

30. สฤกษ์ ธารชัยกุล และ อรุณรัตน์ วุฒิมงคลชัย, "การใช้ไขมันและกากของเมล็ด  
อย่างพาราเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง," รายงานการวิจัยระดับปริญญาตรี ภาควิชา  
เคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
31. Kaufman, K. R., "Laboratory Endurance Test of a Sunflower Oil  
Blend in a Diesel Engine," JOACS, 60 (8), 1567-1573,  
1983.
32. ศิริวรรณ ศิลป์ลู่สกุล, "พลังงานเสริมจากน้ำมันพืช," ข่าวกรมวิทยาศาสตร์, 109,  
4-7, 2528.
33. International Union of Pure and Applied Chemistry, Commission  
on Oils, Fats and Derivatives. (IUPAC), Standard Methods  
for the Analysis of Oils, 6th ed. pt.1 Sect.2 (2.201)  
Determination of the Acid Value (A.V.) and the Acidity,  
(2.501) Determination of the Peroxide Value (P.V.), 1979.
34. American Oil Chemistry Society, Sampling and Analysis of  
Commercial Fats and Oils. (AOCS), Standard Method for  
the Analysis of Oils, 3th ed., Ca 12-55 Determination  
Phosphous, 1979.
35. American Society for Testing and Materials, "1981 Annual Book of  
ASTM Standards," Petroleum Products and Lubricants (I)  
D 95-70 (1980) Test for Water in Petroleum Products  
and Bituminous Materials by Distillation, pt 23, pp.  
59-63, 1981.
36. \_\_\_\_\_. "1981 Annual Book of ASTM Standards," Petroleum Products  
and Lubricants (I) D 1500-64 (1977) Test for ASTM Color  
of Petroleum Products (ASTM Color Scale) pt.23, pp. 809-  
812, 1981.

37. \_\_\_\_\_. "1981 Annual Book of ASTM Standards," Petroleum Products and Lubricants (I) D 445-79 Test for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids and the Calculation of Dynamic Viscosity), pt. 23, pp. 244-249, 1981.
38. \_\_\_\_\_. "1981 Annual Book ASTM Standards," Petroleum Products and Lubricants (I) 240-76 (1980) Test for Heat of Combustion of liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Method ; pt. 23, pp. 149-156, 1981.
39. \_\_\_\_\_. "1981 Annual Book of ASTM Standards," Petroleum Products and Lubricants (I) D 1298-80 Test for Density, Relative Density, or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method, pt. 23, pp. 683-688, 1981.
40. \_\_\_\_\_. "1981 Annual Book of ASTM Standards," Petroleum Products and Lubricants (I) D 129-64 (1978) Test for Sulfur in Petroleum Products by Bomb Method, pt. 23, pp. 100-103, 1981.
41. \_\_\_\_\_. "1981 Annual Book of ASTM Standards," Petroleum Products and Lubricants (I) D 189-81 Test for Conradson Carbon Residue of Petroleum Product, pt. 23, pp. 126-131, 1981.
42. \_\_\_\_\_. "1981 Annual Book of ASTM Standars," Petroleum Products and Lubricants (I) D 976-80 Test for Calculated Cetane Index of Distillate Fuels, pt. 23., pp. 427-479, 1981.
43. \_\_\_\_\_. "1981 Annual Book of ASTM Standards," Petroleum Products and Lubricants (I) D 93-80 Test for Flash Point by Pensky-Martens Closed Tester, pt. 23., pp. 40-47, 1981.

44. Edward, F. O., Internal Combustion Engines, pp. 87-116, 345-371, International textbook Company, 3rd ed., Pennsylvania, 1968.
45. Klopfenstein, W. E. and Walker, H. S., "Efficiencies of Various Esters of Fatty acids as Diesel Fuels," JOACS, 60 (8) 1596-1598, 1983.
46. Max, S. P., Klaus, D. T., Plant Design and Economics for Chemical Engineers, pp. 147-208, McGraw-Hill international Book Company, Singapore, 3rd ed., 1985.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ตารางที่ ก-1 แสดงค่า% Transmittance ของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นฟอสฟอรัส  
0.00 - 0.10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ตัวอย่าง	ความเข้มข้น (mg P/ml)	% T (1)	% T (2)	% T (3)	% T เฉลี่ย
1	0.00	98.0	97.8	97.9	97.90
2	0.01	86.0	86.0	86.0	86.00
3	0.02	73.5	73.5	73.5	73.50
4	0.04	55.5	55.6	55.5	55.53
5	0.06	41.8	41.9	41.8	41.83
6	0.08	31.0	31.1	31.0	31.03
7	0.10	24.5	24.6	24.7	24.60

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ข

## การคำนวณหาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

น้ำมันเมล็ดยางพาราหนัก	A	กรัม
ปริมาณกรดไขมันอิสระร้อยละ	B	โดยน้ำหนักน้ำมัน
สภาวะในการกำจัดกรดไขมันอิสระ		
ปริมาณมากเกินไปของ โซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ	D	โดยน้ำหนักกรดไขมันอิสระ
กรดไขมันอิสระ (กรดโอเลอิก) 1 กรัม $\equiv$ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.142 กรัม		
ดังนั้นปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้กำจัดกรดไขมันอิสระ		

$$= \frac{0.142 \times A \times B}{100} \quad \text{กรัม}$$

$$= 14.2 \times 10^{-4} AB \quad \text{กรัม}$$

ปริมาณมากเกินไปของ โซเดียมไฮดรอกไซด์

$$= \frac{14.2 \times 10^{-4} ABD}{100} \quad \text{กรัม}$$

$$= 0.142 \times 10^{-4} ABD \quad \text{กรัม}$$

ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ทั้งหมด

$$= 14.2 \times 10^{-4} AB + 0.142 \times 10^{-4} ABD \quad \text{กรัม}$$

$$= (14.2 + 0.142D) AB \times 10^{-4} \quad \text{กรัม}$$

ตัวอย่างการคำนวณ

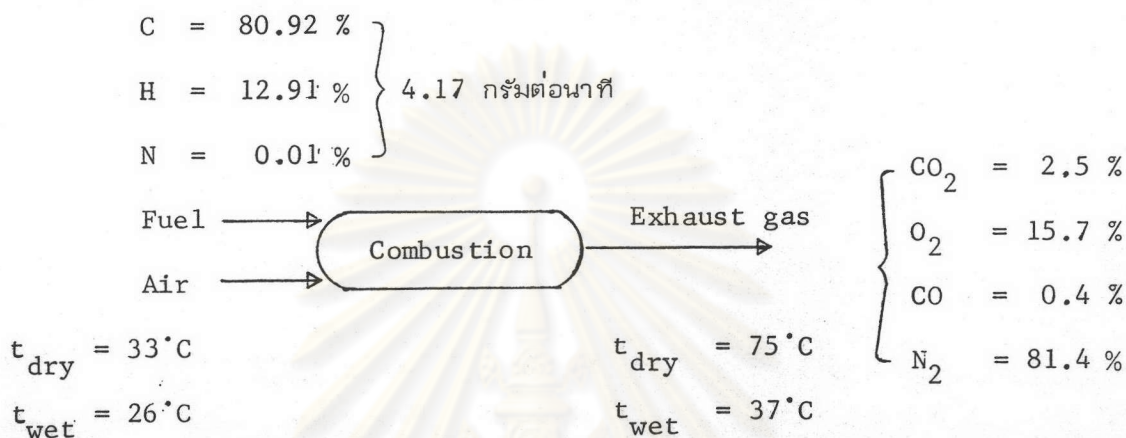
น้ำมันเมล็ดยางพาราหนัก	500	กรัม
ปริมาณกรดไขมันอิสระร้อยละ	13.15	โดยน้ำหนักน้ำมัน
สภาวะในการกำจัดกรดไขมันอิสระ		
ปริมาณมากเกินพอของโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 10		โดยน้ำหนักกรดไขมันอิสระ
จากการคำนวณปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ทั้งหมด		
	$= (14.2 + 0.142D)AB \times 10^{-4}$	กรัม
แทนค่า	$= (14.2 + 0.142 \times 10) (500 \times 13.15 \times 10^{-4})$	
	$= 10.27$	กรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

การคำนวณลมนวลมวลสารของการใช้น้ำมัน เมลิตยางพาราผสมกับน้ำมันดีเซล

การคำนวณลมนวลมวลสารของการใช้น้ำมัน เมลิตยางพาราผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่าง ๆ กับเครื่องยนต์ดีเซล



ตัวอย่างการคำนวณ

No. Load ตัวอย่างที่ 18 (ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,700 รอบต่อนาที)

ลมนวลมวลสาร

ข้อกำหนด

1. exhaust gas มีองค์ประกอบเพียง 4 ชนิดคือ CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO และ N<sub>2</sub>
2. N<sub>2</sub> ไม่ทำปฏิกิริยา
3. H<sub>2</sub> ในน้ำมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจนหมด
4. อากาศประพติดตัว เป็นก๊าซอุดมคติ

หลักอ้างอิง การปฏิบัติงาน 1 นาที

มวลสารเข้า

1. หาอัตราของอากาศเข้าเครื่องยนต์\* ที่ความเร็วรอบ 1,700 รอบต่อนาที  
 ปริมาตรกระบอกสูบ =  $\pi r^2 h$   
 รัศมีของกระบอกสูบ, r, = 3.6 ซม.  
 ระยะชักของลูกสูบ, h, = 7.5 ซม.

หมายเหตุ \* เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยวแวนอน ยี่ห้อคูโบต้า ขนาด 4 กำลังม้า



## 2.2 น้ำหนักออกซิเจนในอากาศที่เข้า

$$= \frac{0.21}{10.02 \text{ กรัมโมล}} \left| \frac{32 \text{ กรัม}}{1 \text{ กรัมโมล}} \right.$$

$$= 67.33 \text{ กรัม}$$

## 3. หาน้ำหนักความชื้นในอากาศ

$$= \frac{0.0306 \text{ กรัมโมลของน้ำ}}{\text{กรัมโมล อากาศแห้ง}} \left| \frac{10.02 \text{ กรัมโมลอากาศแห้ง}}{1 \text{ กรัมโมลของน้ำ}} \right| 18 \text{ กรัม}$$

$$= 5.52 \text{ กรัม}$$

## 4. หาอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ (ความถ่วงจำเพาะน้ำมัน 0.8725)

$$= \frac{287 \text{ ลบ.ซม.}}{\text{ซม}} \left| \frac{0.8725 \text{ กรัม}}{1 \text{ ลบ.ซม.}} \right| \frac{1 \text{ ซม.}}{60 \text{ นาที}}$$

$$= 4.17 \text{ กรัมต่อนาที}$$

มวลสารออกหลักอ้างอิง

100 กรัมโมลของ dry exhaust gas

ใช้ไนโตรเจนเป็นตัวเชื่อมในการคำนวณสมดุลมวลสาร ดังนั้น กรัมโมลของก๊าซไนโตรเจนในอากาศที่เข้า เท่ากับก๊าซไนโตรเจนใน exhaust gas

## 1. หาน้ำหนักของ exhaust gas

$$\begin{aligned} \text{ก๊าซไนโตรเจนในอากาศที่เข้า} &= \text{ก๊าซไนโตรเจนใน exhaust gas} \\ &= 10.02 \times 0.79 \\ &= 7.9158 \text{ กรัมโมล} \end{aligned}$$





## 2.1 น้ำหนักความชื้นใน exhaust gas

$$= \frac{0.0403 \text{ กรัมโมลของน้ำ}}{\text{กรัมโมลของอากาศแห้ง}} \left| \frac{9.7237 \text{ กรัมโมลของอากาศแห้ง}}{18 \text{ กรัม}} \right| 1 \text{ กรัมโมลของน้ำ}$$
$$= 7.05 \text{ กรัม}$$

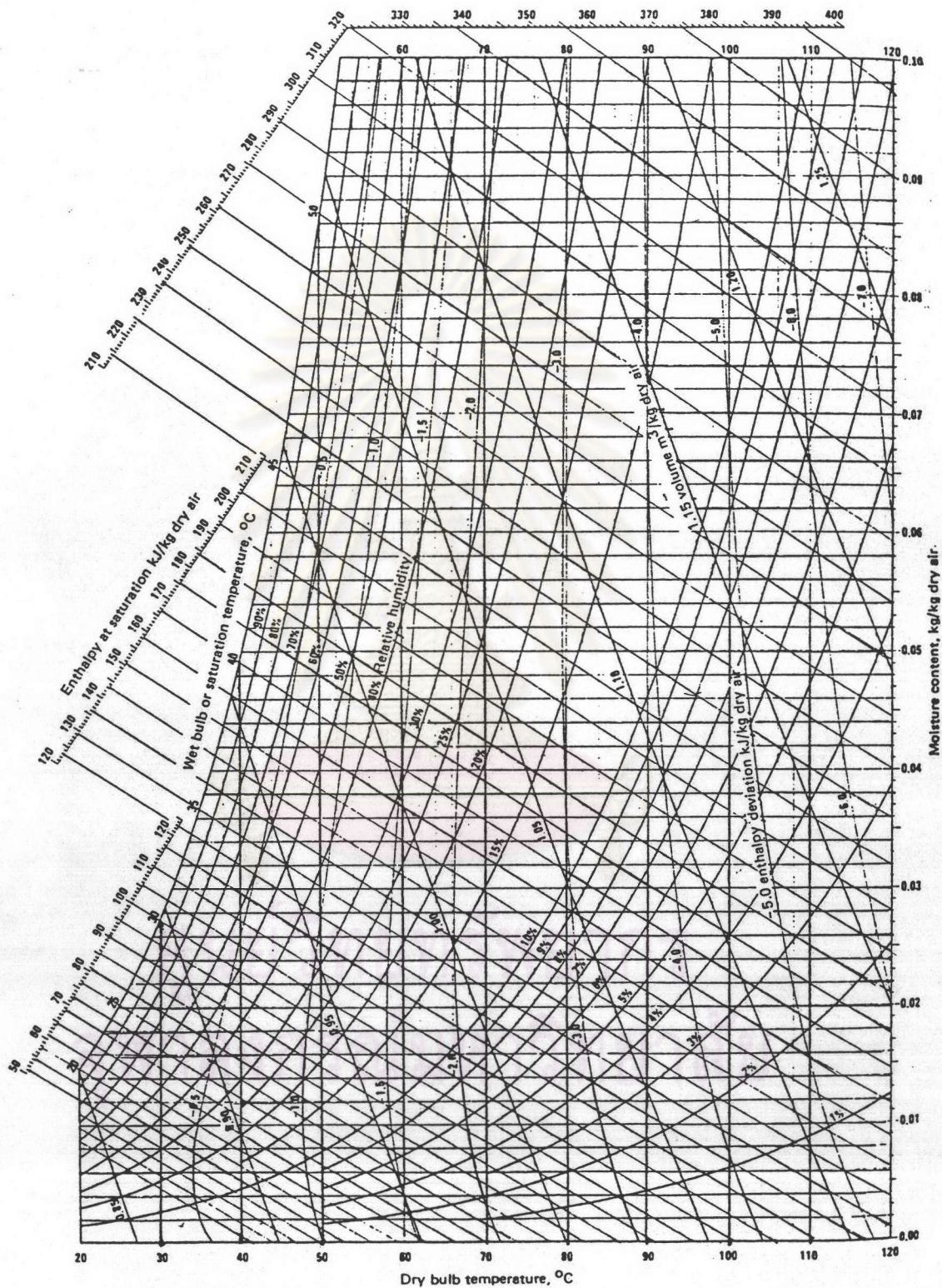
สมดุลมวลสารทั้งหมด

มวลสารเข้า (กรัม)		มวลสารออก (กรัม)	
อากาศที่เข้า	288.97	exhaust gas	282.26
ความชื้นในอากาศ	5.52	ความชื้นใน exhaust gas	7.05
น้ำมันเชื้อเพลิง	4.17	น้ำหนักที่สูญหาย	9.35
	<u>298.66</u>		<u>298.66</u>

ร้อยละของความผิดพลาดในการทำสมดุลมวลสาร = 3.13

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





Psychrometric chart: properties of air and water-vapor mixtures from 20 to 120°C. (Carrier Corporation.)

รูปที่ ค-1 แสดงสมบัติของอากาศและไอน้ำผสมอุณหภูมิจาก 20 ถึง 120 องศาเซลเซียส

ตารางที่ ค-1 แสดงเปรียบเทียบสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง

Comparison of Ignition Quality and Other Properties (Approximate)

Cetane number	Diesel Index	Blending octane number (Motor method)	Characterization Factor	Boiling-point gravity number <sup>a</sup>
30	26	51	11.05	201
35	34	43	11.25	196
40	42	35	11.45	191
45	49	27	11.6	187
50	56	19	11.8	183
55	64	11	12.0	180
60	72	2	12.2	178

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ง

## การศึกษาต้นทุนการผลิตน้ำมัน เมล็ดยางพาราขนาดอุตสาหกรรม

1. วัตถุประสงค์ เพื่อหาความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำมันเมล็ดยางพารา
2. ข้อมูลและสมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณ ได้จากการทดลอง การสอบถามจาก บริษัทต่าง ๆ และหนังสือต่าง ๆ เช่น รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมเฉพาะประเภท "อุตสาหกรรมน้ำมันเมล็ดยางพารา" กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 2524, หนังสือ "Plant Design and Economics for Chemical Engineers" 3<sup>rd</sup> edition, 1985.
3. การผลิตน้ำมันเมล็ดยางพารา มีกำลังการผลิต 1,500 กิโลกรัมต่อวัน ทำงาน 300 วันต่อปี กระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (batch process) เวลาทำงาน 24 ชั่วโมง ต่อวัน
4. การคำนวณสมมูลมวลสาร ที่ใช้ผลิตน้ำมันเมล็ดยางพาราที่ผ่านกระบวนการ ทำให้บริสุทธิ์ ปริมาณ 1,500 กิโลกรัมต่อวัน หรือ 450 ตันต่อปี
  - ก. น้ำมันเมล็ดยางพาราที่สกัดได้โดยการบีบด้วยเครื่องบีบแบบเกลียวอัด ได้น้ำมันเฉลี่ยร้อยละ 19 โดยน้ำหนัก
  - ข. น้ำมันเมล็ดยางพาราดิบ (crude oil) ที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ สูญเสียน้ำมันทั้งหมดประมาณร้อยละ 22 โดยน้ำหนักน้ำมัน
  - ค. กระบวนการกำจัดยางเหนียว ใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้น ปริมาณร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักน้ำมัน ได้ปริมาณยางเหนียวปริมาณร้อยละ 1.8 โดยน้ำหนักน้ำมัน
  - ง. กระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์มากเกินไป ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักกรดไขมันอิสระ (กรดโอเลอิก) น้ำมันเมล็ดยางพาราดิบมีกรดไขมันอิสระ ปริมาณร้อยละ 13 โดยน้ำหนักน้ำมัน กระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ ได้ปริมาณสูญเสียประมาณ ร้อยละ 14.5 โดยน้ำหนักน้ำมัน
  - จ. กระบวนการฟอกสี ใช้ activated clay ปริมาณร้อยละ 4 โดย น้ำหนักน้ำมัน

สมมูลมวลสารในการผลิตน้ำมันเมล็ดยางพาราบริสุทธิ์

การผลิตน้ำมันเมล็ดยางพาราบริสุทธิ์ 1,500 กิโลกรัมต่อวัน สูญเสียน้ำมันดิบในกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ทั้งหมดประมาณร้อยละ 22 โดยน้ำหนักน้ำมัน

$$\begin{aligned} \text{ตั้งนั้นต้องใช้ปริมาณน้ำมันดิบต่อวัน} &= (0.22 \times 1500) + 1500 \\ &= 1,830 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

ก. คำนวณหาปริมาณเมล็ดยางพาราที่ใช้เป็นวัตถุดิบต่อวัน

$$\begin{aligned} &= \frac{1,830}{0.19} \\ &= 9,632 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

ข. กระบวนการกำจัดยางเหนียว

1. ใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักน้ำมัน

$$\begin{aligned} \text{ใช้กรดฟอสฟอริก} &= \frac{1,830 \times 0.5}{100} \\ &= 9.15 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

2. ยางเหนียวที่จะต้องกำจัดออกประมาณร้อยละ 1.8 โดยน้ำหนักน้ำมัน

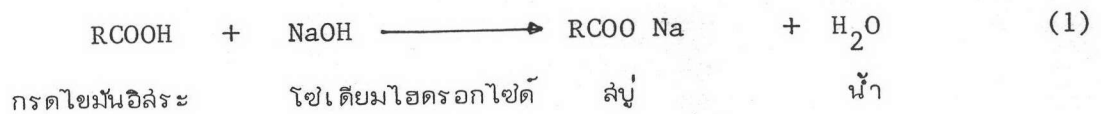
$$\begin{aligned} &= \frac{1,830 \times 1.8}{100} \\ &= 32.94 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

ค. กระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ

1. น้ำมันดิบมีกรดไขมันอิสระ (กรดโอเลอิก) ประมาณร้อยละ 13 โดยน้ำหนักน้ำมัน

$$\begin{aligned} \text{น้ำมันดิบมีกรดไขมันอิสระ} &= \frac{1,830 \times 13}{100} \\ &= 237.9 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

กระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระได้สบู่และน้ำ ดังสมการ



คำนวณหาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้กำจัดกรดไขมันอิสระ จากสมการ (1)

กรดไขมันอิสระ (กรดโอเลอิก) 1 กิโลกรัม  $\equiv$  โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.142 กิโลกรัม

$$\begin{aligned} \text{ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์} &= 237.9 \times 0.142 \\ &= 33.78 \text{ กิโลกรัม} \\ &= \frac{33.78}{40} \\ &= 0.8445 \text{ กิโลกรัมโมล} \end{aligned}$$

ใช้ปริมาณมากเกินไปของโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักกรดไขมันอิสระ

$$\begin{aligned} &= 0.1 \times 33.78 \\ &= 3.38 \text{ กิโลกรัม} \\ \text{จะต้องใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ทั้งหมด} &= 33.78 + 3.38 \\ &= 37.16 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

2. ปริมาณสบู่ที่เกิดขึ้นต้องกำจัดออกมีประมาณร้อยละ 14.5 โดยน้ำหนักน้ำมัน

$$\begin{aligned} &= \frac{1,830 \times 14.5}{100} \\ &= 265.35 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

3. ปริมาณน้ำที่ได้จากกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ

$$\begin{aligned} 1 \text{ กิโลกรัมโมลของโซเดียมไฮดรอกไซด์} &\equiv 1 \text{ กิโลกรัมโมลของน้ำ} \\ \text{ปริมาณน้ำจากกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ} &= 0.8445 \times 18 \\ &= 15.2 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

ง. กระบวนการฟอกสีน้ำมันเมล็ดยางพารา ใช้ activated clay ประมาณร้อยละ 4 โดยน้ำหนักน้ำมัน

$$\begin{aligned} \text{ใช้ปริมาณ activated clay} &= \frac{1,830 \times 4}{100} \\ &= 73.2 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

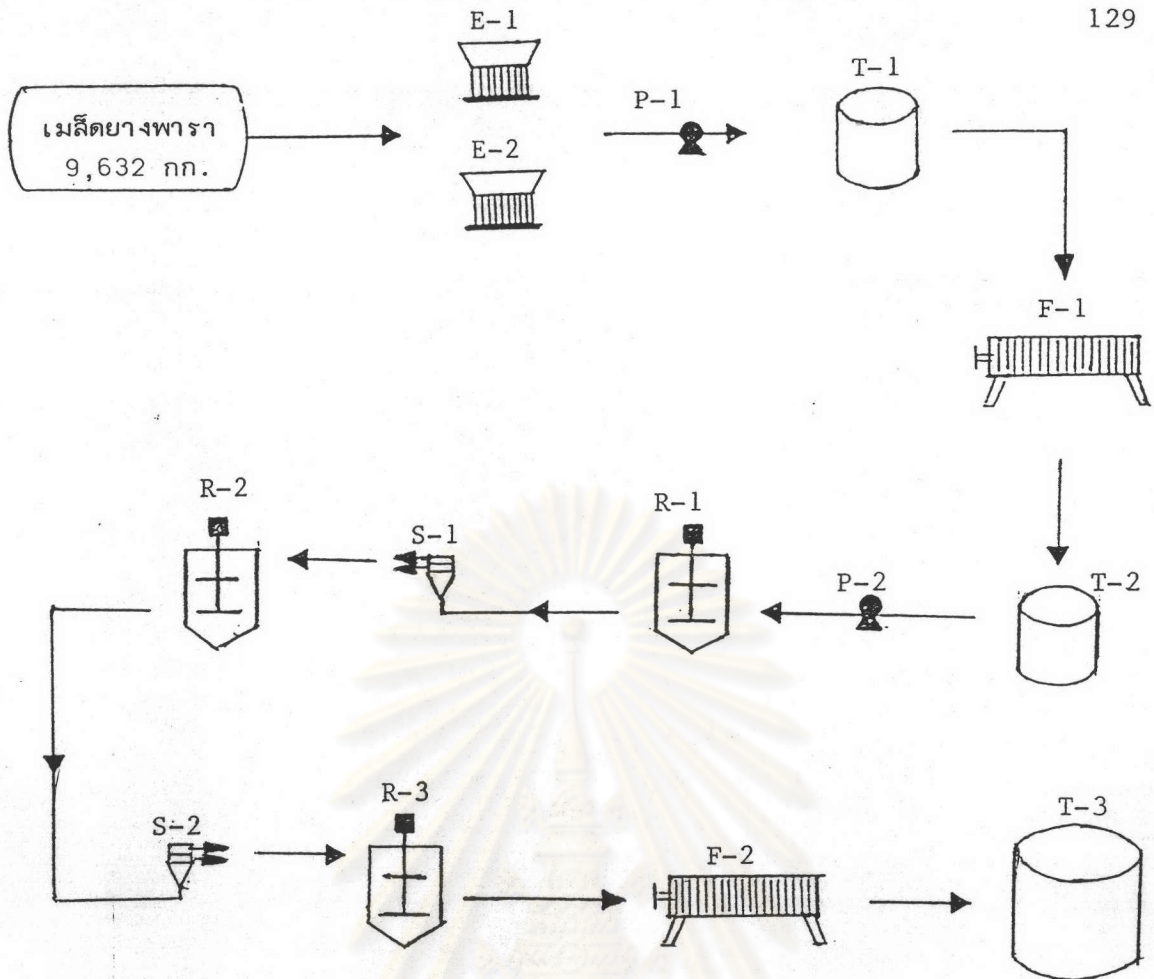
สมดุลมวลสารรอบเครื่องบีบเมล็ดยางพารา

เมื่อทำการบีบเมล็ดยางพาราด้วยเครื่องบีบแบบเกลียวอัด ได้น้ำมันเมล็ดยางพาราดิบ และกาก นำน้ำมันดิบที่ได้มากรองด้วยเครื่อง Filter press

มวลสารเข้า (กิโลกรัม)	มวลสารออก (กิโลกรัม)
(1) เมล็ดยางพาราหนัก 9,632	น้ำมันดิบ 1,830
	กาก 7,802
<u>9,632</u>	<u>9,632</u>

สมดุลมวลสารในกระบวนการผลิตน้ำมันเมล็ดยางพาราบริสุทธิ์

มวลสารเข้า (กิโลกรัม)	มวลสารออก (กิโลกรัม)
(2) น้ำมันดิบที่ผ่านการกรอง 1,830	ยางเหนียว 32.94
กรดฟอสฟอริก 9.15	สบู่ 265.35
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 37.16	น้ำ 15.20
activated clay 73.20	activated clay 73.20
	น้ำมันที่สูญหาย 68.82
	น้ำมันที่บริสุทธิ์ 1,500
<u>1,949.51</u>	<u>1,949.51</u>



- E-1, E-2 เครื่อง Expeller ไซบับเมล็ดยางพารา
- T-1 ถังเก็บน้ำมันเมล็ดยางพาราดิบ
- T-2 ถังเก็บน้ำมันเมล็ดยางพาราดิบที่ผ่านการกรอง
- T-3 ถังเก็บน้ำมันเมล็ดยางพาราที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์
- F-1 เครื่อง Filter press กรองน้ำมันเมล็ดยางพาราดิบ
- F-2 เครื่อง Filter press กรองน้ำมันเมล็ดยางพาราหลังการฟอกสี
- R-1 ถังกวนในกระบวนการกำจัดยางเหนียว
- R-2 ถังกวนในกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ
- R-3 ถังกวนในกระบวนการฟอกสี
- P-1 เครื่องปั๊มน้ำมันเมล็ดยางพาราดิบไปยัง T-1
- P-2 เครื่องปั๊มน้ำมันเมล็ดยางพาราไปยัง R-1
- S-1 เครื่อง Centrifugal แยกยางเหนียว และน้ำมัน
- S-2 เครื่อง Centrifugal แยกสบู่น้ำ และน้ำมัน

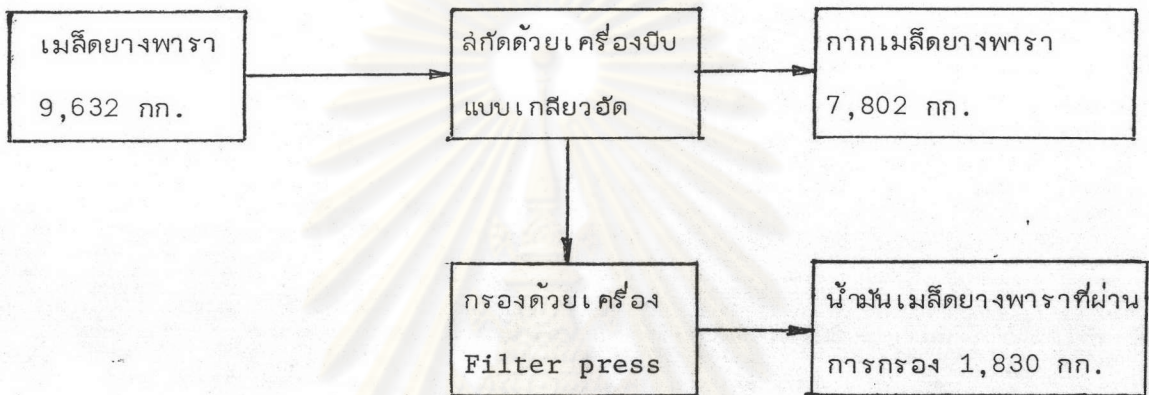
อ้างอิง   ผลิตน้ำมันเมล็ดยางพาราบริสุทธิ์ใน 1 วัน  
 กำลังการผลิตน้ำมันเมล็ดยางพาราบริสุทธิ์ 450 ตันต่อปี  
 ทำงาน 300 วันต่อปี

RAW MATERIALS

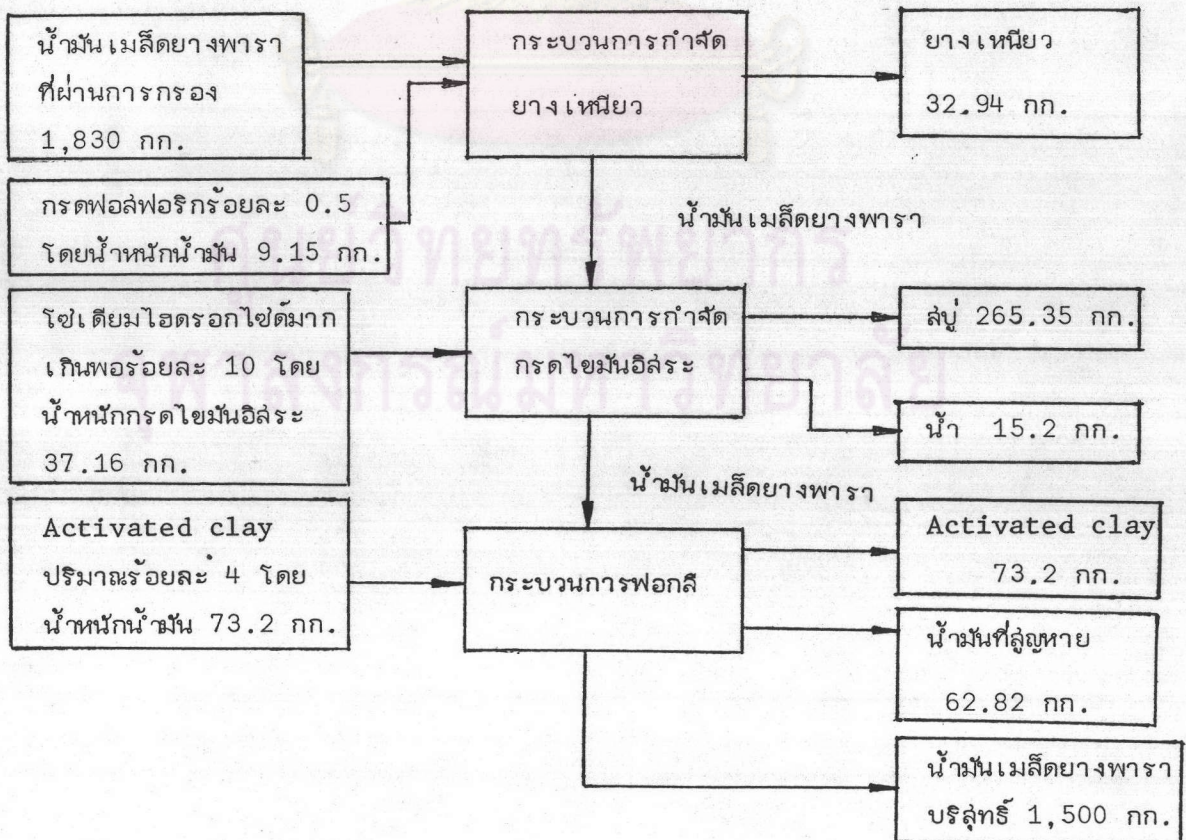
PROCESSING

PRODUCTS

(1)



(2)





## 1. การคำนวณขนาดของถังกวน (R-1, R-2, R-3)

ในการผลิตน้ำมันเมล็ดยางพาราบริสุทธิ์ 1,500 กิโลกรัมต่อวัน ใช้ไขมันดิบ 1,830 กิโลกรัม (ความหนาแน่น 0.92 กรัม/ซม.<sup>3</sup>)

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรไขมันดิบ} &= \frac{1,830}{0.92 \times 1000} \\ &= 1.99 \text{ ม}^3 \end{aligned}$$

กำหนดให้กระบวนการผลิตน้ำมันเมล็ดยางพาราบริสุทธิ์ แต่ละ batch ใช้เวลาดังกล่าวทั้งหมดประมาณ 3 ชั่วโมง ทำงาน 24 ชั่วโมง

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นใน 1 วันจะต้องทำน้ำมัน} &= \frac{24}{3} \\ &= 8 \text{ batch/วัน} \end{aligned}$$

ปริมาตรไขมันดิบที่ใช้ในถังกวนแต่ละ batch

$$\begin{aligned} &= \frac{1.99}{8} \text{ ม}^3 \\ &= 0.25 \text{ ม}^3 \end{aligned}$$

ให้ขนาดของถังกวนมีความสูง เป็นสองเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง,  $H = 2D$

ปริมาตรบรรจุ 80%

$$\text{ปริมาตรถังกวน} = \frac{250}{0.8} \text{ ลิตร}$$

$$= 312.5 \text{ ลิตร}$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} (H) = \frac{\pi D^2}{2} = 312.5$$

$$D = 0.58 \text{ เมตร}$$

$$H = 1.16 \text{ เมตร}$$

ถังกวนปริมาตร 312.5 ลิตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.58 เมตร ความสูง 1.16 เมตร ใช้ Stainless steel มอเตอร์ขนาด 1 กิโลวัตต์ ลวดความร้อนขนาด 3 กิโลวัตต์ ประมาณราคาถังละ 25,000 บาท\* ในกระบวนการผลิตน้ำมันเมล็ดยางพาราบริสุทธิ์ ต้องใช้ถังกวน 3 ถังคือ

\* ข้อมูลได้จากการสอบถาม

- R-1 ถังกวนที่ใช้ในกระบวนการกำจัดยางเหนียว  
 R-2 ถังกวนที่ใช้ในกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ  
 R-3 ถังกวนที่ใช้ในกระบวนการฟอกสี

$$\begin{aligned} \text{รวมราคาถังกวนทั้งหมด} &= 25,000 \times 3 \\ &= 75,000 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

2. การคำนวณขนาดของถังเก็บน้ำมันเมล็ดยางพารา

T-1, T-2 เป็นถังเก็บน้ำมันดิบปริมาตร 1,990 ลิตร ดังนั้นใช้ถังขนาด  
2,000 ลิตร

ให้ความสูงของถังเก็บเป็นสองเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง  $H = 2D$

$$\begin{aligned} \frac{\pi D^3}{2} &= 2,000 \\ D &= 1.08 \quad \text{เมตร} \\ H &= 2.16 \quad \text{เมตร} \end{aligned}$$

ถังเก็บน้ำมันดิบขนาด 2,000 ลิตรใช้ carbon steel ประมาณราคาเป็นเงิน  
4,000 บาทต่อถัง\* ใช้เงินประมาณทั้ง 2 ถัง 8,000 บาท

หาปริมาตรของถังเก็บน้ำมันเมล็ดยางพาราบริสุทธิ์ (T-3) ประมาณ 1,500  
กิโลกรัม มีปริมาตร  $= \frac{1,500}{0.92 \times 1000}$

$$= 1.63 \quad \text{ม.}^3$$

ต้องการเก็บน้ำมันประมาณ 6 วัน มีปริมาตรทั้งหมด

$$\begin{aligned} &= 1.63 \times 6 \quad \text{ม.}^3 \\ &= 9.78 \quad \text{ม.}^3 \end{aligned}$$

ให้ความสูงของถังเก็บเป็นสองเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง,  $H = 2D$

$$\begin{aligned} \frac{\pi D^3}{2} &= 9,780 \quad \text{ลิตร} \\ D &= 1.84 \quad \text{ม.} \end{aligned}$$

\*ข้อมูลได้จากสอบถาม



$$H = 3.68 \text{ ม.}$$

ดังนั้นถังเก็บน้ำในเมล็ดยางพาราบริสุทธิ์ขนาด 9,780 ลิตร ใช้ carbon steel ประมาณราคาเป็นเงิน 20,000 บาทต่อถัง\*

### 3. กำหนดขนาดเครื่องบีบ (P-1)

$$\begin{aligned} \text{จาก E-1, E-2} &\rightarrow \text{T-1} = (1,990 \text{ ลิตร}) \\ \text{ใช้เครื่องบีบ} &= \frac{1,990}{60} \\ &= 33.17 \text{ ลิตร/นาที} \\ \text{ราคาจากการประมาณ} &= 5,000 \text{ บาท*} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เครื่องบีบ (P-2) จาก T-2} &\rightarrow \text{R-1 (312.5 ลิตร)} \\ &= \frac{312.5}{60} \\ &= 5.2 \text{ ลิตร/นาที} \\ \text{ราคาจากการสอบถามประมาณ} &= 2,000 \text{ บาท} \end{aligned}$$

### 4. เครื่องบีบแบบเกลียวอัด

ใช้เครื่องบีบแบบเกลียวอัดในการบีบเมล็ดยางพารา (E-1, E-2) กำล้างการผลิตในการบีบเมล็ดยางพารา ขนาด 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ราคาประมาณเครื่องละ 60,000 บาท\* จำนวน 2 เครื่อง เป็นเงิน 120,000 บาท

### 5. เครื่อง Centrifugal (Bowl centrifugal)

ใช้ในการแยกยางเหนียว ลู่น้ำ และน้ำมัน (S-1, S-2) ขนาด 2 กำล้างมา ราคาประมาณเครื่องละ 300,000 บาท\* จำนวน 2 เครื่อง เป็นเงิน 600,000 บาท

\*ข้อมูลได้จากสอบถาม

## 6. เครื่อง Filter press

ใช้ในการกรองน้ำมันเมล็ดยางพาราดิบ (F-1) และกรองน้ำมันเมล็ดยางพารา  
ในกระบวนการฟอกสี (F-2) กำลังการกรอง 1,800 กิโลกรัมต่อวัน ขนาด 6 กำลังม้า  
ราคาประมาณเครื่องละ 70,000 บาท\* จำนวน 2 เครื่อง เป็นเงิน 140,000 บาท

$$\begin{aligned} \text{รวมราคาเครื่องมือและเครื่องจักร} &= 75,000+8,000+20,000+5,000 \\ &+2,000+120,000+600,000+140,000 \\ &= 970,000 \text{ บาท} \end{aligned}$$

## การศึกษาด้านการเงิน (Financial study)

ในการศึกษาทางการเงินจะต้องทำการวิเคราะห์หา

## 1. เงินลงทุนทั้งหมด (Total capital investment)

ค่าใช้จ่ายในด้านการเงินลงทุนทั้งหมด ในตารางที่ ง-1 แสดงให้เห็นว่า  
โครงการตั้งโรงงานผลิตน้ำมันเมล็ดยางพารา ใช้เงินลงทุนทั้งสิ้นประมาณ 2,384,260 บาท

ตารางที่ ง-1 การประมาณราคาเงินลงทุนคงที่ (Fixed-capital investment estimate) (46)

รายการ	ราคา (บาท)
1. ราคาเครื่องมือและเครื่องจักร	970,000
2. ไฟฟ้า, ท่อ รวมค่าติดตั้ง (20% ข้อ 1)	194,000
3. อาคารและสำนักงาน (50% ข้อ 1)	485,000
4. ที่ดิน (8% ข้อ 1)	77,600
5. เงินทุนที่ดำเนินงาน (working capital) (50% ข้อ 1)	485,000
6. อื่น ๆ (ค่าธรรมเนียม, เงินฉุกเฉิน, ฯลฯ) (10% ข้อ 1-4)	172,660
	2,384,260

## 2. การวิเคราะห์ผลกำไร (Profitability analysis)

การวิเคราะห์ถึงผลกำไร ต้องทราบค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการผลิตผลิตภัณฑ์ (Total product cost) ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่อปีประมาณได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ ง-2



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการ	ราคา (บาท)
I Manufacturing cost = Direct production cost + fixed charge + Plant overhead costs	
1. Direct product cost	
1.1 วัสดุดิบ และสารเคมี *	5,873,811
1.2 Operating labor (10% total product cost)	775,486
1.3 direct supervisory and clerical labor (13.27% operating labor)	102,964
1.4 operating supplies (0.5% fixed capital investment)	9,496
1.5 ค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซม (2% fixed capital investment)	37,985
2. Fixed charge	
2.1 ค่าเสื่อมราคา (10% fixed capital investment)	189,926
2.2 ภาษี (1% fixed capital investment)	18,992
2.3 ค่าประกันภัย (0.5% fixed capital investment)	9,496
3. Plant overhead cost (ค่าบริสุทธิบห่อ, การบริการ และความปลอดภัย 5% total product cost)	
	387,743
II General expenses	
1. ค่าการบริหารงาน (adiministrative cost) (2% total product cost)	155,096
2. การขายและการโฆษณา (1% total product cost)	77,548
3. ดอกเบี้ย (1.5% total product cost)	116,322
รวมราคาสถิตภัณฑ์ต่อปี	<u>7,754,865</u>

Total product cost = Manufacturing cost + General expenses  
 = 7,405,899 + 348,966  
 = 7,754,865 บาท

หมายเหตุ

\*การคำนวณราคาวัสดุดิบและสารเคมี

ราคาเมล็ดยางพาราภิโลกกรัมละ 1.90 บาท เป็นเงิน	= 9,632 x 300 x 1.90	บาท
	= 5,490,240	บาท
กรดฟอสฟอริก (ราคาตันละ 11,000 บาท เป็นเงิน	= 9.15 x 300 x 11	บาท
	= 30,195	บาท
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (ราคาตันละ 12,000 บาท) เป็นเงิน	= 37.16 x 300 x 12	บาท
	= 133,776	บาท
activated clay (ราคาตันละ 10,000 บาท) เป็นเงิน	= 73.2 x 300 x 10	บาท
	= 219,600	บาท
รวมราคาวัสดุดิบ และสารเคมี	= 5,490,240 + 30,195 + 133,776 + 219,000	บาท
	= 5,873,811	บาท

ราคาน้ำมันเมล็ดยางพาราในตลาดปัจจุบันประมาณ 10-15 บาทต่อกิโลกรัม และราคา  
กากเมล็ดยางพารากิโลกรัมละ 1.50 บาท ดังนั้นกำหนดราคาน้ำมันเมล็ดยางพารากิโลกรัมละ  
12 บาท และราคากากเมล็ดยางพารากิโลกรัมละ 1.50 บาท

การคำนวณรายได้ 1 ปี (ทำงาน 300 วัน)

กำลังการผลิตน้ำมันเมล็ดยางพาราบริสุทธิ์ มีประมาณ 1,500 กิโลกรัมต่อวัน ราคา  
จำหน่ายกิโลกรัมละ 12 บาท เป็นเงิน =  $1500 \times 300 \times 12$  บาท  
= 5,400,000 บาท

กากเมล็ดยางพารา ราคาจำหน่ายกิโลกรัมละ 1.50 บาท เป็นเงิน  
=  $7,802 \times 300 \times 1.50$   
= 3,510,900 บาท

รายได้ทั้งหมด =  $5,400,000 + 3,510,900$   
= 8,910,900 บาท

คำนวณรายจ่าย

ราคาต้นทุนผลิตภัณฑ์ = 7,754,865 บาท

ภาษีการค้าร้อยละ 7 ของรายได้ =  $\frac{7 \times 8,910,900}{100}$   
= 623,763 บาท

ภาษีเทศบาลร้อยละ 10 ของภาษีการค้า =  $\frac{10 \times 623,763}{100}$   
= 62,376 บาท

รายจ่ายรวม (ก่อนหักภาษีนิติบุคคล) =  $7,754,865 + 623,763 + 62,376$   
= 8,441,004 บาท

กำไรสุทธิ (ก่อนหักภาษีนิติบุคคล) =  $8,910,900 - 8,441,004$   
= 469,896 บาท

ภาษีเงินได้นิติบุคคลร้อยละ 35 =  $\frac{35 \times 469,896}{100}$   
= 164,463 บาท

$$\begin{aligned} \text{กำไรสุทธิต่อปี} &= 469,896 - 164,463 \\ &= 305,433 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

การหา return on investment หาได้ 2 วิธีคือ

1. คิดจากกำไรสุทธิก่อนหักภาษี

$$\begin{aligned} \text{จาก } r_b &= \frac{P \times 100}{I} \\ r_b &= \text{return on investment ก่อนหักภาษี} \\ P &= \text{รายได้ก่อนหักภาษี} \\ I &= \text{เงินลงทุนคงที่} \\ \text{แทนค่า } r_b &= \frac{469,896 \times 100}{2,384,260} \\ &= 19.70 \% \end{aligned}$$

2. คิดจาก กำไรสุทธิ หลังหักภาษี

$$\begin{aligned} \text{จาก } r_a &= \frac{E \times 100}{I} \\ r_a &= \text{return on investment หลังหักภาษี} \\ E &= \text{รายได้หลังหักภาษี} \\ I &= \text{เงินลงทุนคงที่} \\ \text{แทนค่า } r_a &= \frac{305,433 \times 100}{2,384,260} \\ &= 12.81 \% \end{aligned}$$

คำนวณหาระยะเวลาการได้เงินทุนคืน ( $I_p$ ) คำนวณได้จาก

$$\begin{aligned} I_p &= \frac{I}{P} \\ P &= \text{รายได้ก่อนหักภาษี} \\ I &= \text{เงินลงทุนคงที่} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad I_p &= \frac{2,384,260}{469,896} \\ &= 5 \quad \text{ปี} \end{aligned}$$

ดังนั้นการผลิตน้ำมันเมล็ดยางพาราบริสุทธิ์ และกากเมล็ดยางพาราโดยขายน้ำมัน  
เมล็ดยางพาราบริสุทธิ์ กิโลกรัมละ 12 บาท และกากเมล็ดยางพารากิโลกรัมละ 1.50 บาท  
ได้ผลตอบแทนร้อยละ 12.81 (หลังหักภาษี) และได้เงินทุนคืนทั้งหมดในระยะเวลา 5 ปี



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก จ

## ตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางที่ จ-1 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารลดยางเหนียวในกระบวนการกำจัดยางเหนียว

แสดงผลการทดลองจากการกำจัดยางเหนียว โดยการแปรค่าความเข้มข้นของสารลดยางเหนียวแต่ละชนิด จากร้อยละ 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.7, 1.0, 1.5 และ 2.0 โดยน้ำหนักน้ำมันที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 นาที (ตามข้อ 4.4.1 การหาน้ำหนักของยางเหนียวโดยการชั่งน้ำหนักตะกอน)

ความเข้มข้นของสารลดยางเหนียว (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	น้ำหนักตะกอนยางเหนียว (ร้อยละโดยน้ำหนัก)			
	กรดฟอสฟอริก	กรดซิตริก	กรดไฮโดรคลอริก	เกลือโซเดียมทาเทรท
0.05	0.70	0.50	0.44	0.42
0.10	0.85	0.64	0.52	0.45
0.20	0.98	0.83	0.56	0.51
0.30	1.17	1.06	0.62	0.59
0.40	1.28	1.16	0.70	0.60
0.50	1.40	1.27	0.75	0.65
0.70	1.45	1.34	0.80	0.70
1.00	1.50	1.40	0.89	0.75
1.50	1.52	1.46	0.96	0.77

ตารางที่ จ-2 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารลดยางเหนียว ในกระบวนการกำจัดยางเหนียว

แสดงผลการทดลองจากการกำจัดยางเหนียว โดยการแปรค่าความเข้มข้นของสารลดยางเหนียว แต่ละชนิดจากร้อยละ 0.5, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.7, 1.0 และ 1.5 โดยน้ำหนักน้ำมันที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 นาที (ตามวิธี A.O.C.S. Ca 12-55 การหาปริมาณฟอสฟอรัสที่สัมพันธ์กับฟอสฟาไทด์)

ความเข้มข้นของสารลดยางเหนียว (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ความเข้มข้นฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	กรดฟอสฟอริก	กรดซิดริก	กรดไฮโดรคลอริก	เกลือโซเดียมทาเทรท
0.05	195.0	196.8	196.7	197.0
0.10	177.0	180.1	187.4	189.1
0.20	151.0	154.0	169.0	173.0
0.30	121.0	126.3	152.0	156.3
0.40	108.0	114.2	137.1	140.2
0.50	97.0	102.0	128.0	132.0
0.70	97.0	102.0	127.0	132.0
1.00	96.0	99.0	126.0	132.0
1.50	96.0	98.0	127.0	130.0

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ-3 อิทธิพลของอุณหภูมิในกระบวนการกำจัดยางเหนียว

แสดงผลการทดลองจากการกำจัดยางเหนียวโดยแปรค่าอุณหภูมิจาก 30 ถึง 90 องศาเซลเซียส โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 10 องศาเซลเซียส ที่ความเข้มข้นของสารลดยางเหนียวแต่ละชนิดร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักน้ำหนัก ใช้เวลา 20 นาที (ตามข้อ 4.4.1 การหาน้ำหนักของยางเหนียว โดยการชั่งน้ำหนักตะกอน)

อุณหภูมิ (°C)	น้ำหนักตะกอนยางเหนียว (ร้อยละโดยน้ำหนัก)			
	กรดฟอสฟอริก	กรดซิตริก	กรดไฮโดรคลอริก	เกลือโซเดียมทาเทรท
30	1.41	1.31	0.77	0.68
40	1.56	1.48	1.20	0.82
50	1.68	1.60	1.12	0.92
60	1.76	1.68	1.20	1.12
70	1.70	1.62	1.10	1.08
80	1.46	1.44	1.00	0.96
90	1.20	1.26	0.90	0.78

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ-4 อิทธิพลของอุณหภูมิในกระบวนการกำจัดยางเหนียว

แสดงผลการทดลองจากการกำจัดยางเหนียว โดยแปรค่าอุณหภูมิจาก 30 ถึง 90 องศาเซลเซียส โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 10 องศาเซลเซียส ที่ความเข้มข้นของสารลดยางเหนียวแต่ละชนิดร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักน้ำหนักน้ใช้เวลา 20 นาที (ตามวิธี A.O.C.S. Ca I2-55 การหาปริมาณฟอสฟอรัสที่ลุ่มมูลย์กับฟอสฟาไทด์)

อุณหภูมิ (°C)	ความเข้มข้นฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	กรดฟอสฟอรัส	กรดซัลฟูริก	กรดไฮโดรคลอริก	เกลือโซเดียมทาเทรท
30	98.0	103.5	127.0	132.0
40	53.0	61.2	94.3	97.0
50	21.5	34.5	63.0	67.0
60	12.5	22.0	50.1	56.5
70	25.0	33.0	57.0	61.2
80	47.0	52.3	72.0	76.5
90	76.3	74.3	94.2	96.3

ตารางที่ จ-5 อิทธิพลของเวลาในกระบวนการกำจัดยางเหนียว

แสดงผลการทดลองจากการกำจัดยางเหนียว โดยแปรค่าเวลาจาก 5 ถึง 30 นาที โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 5 นาที ที่ความเข้มข้นสารละลายยางเหนียวแต่ละชนิดร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักน้ำมัน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (ตามข้อ 4.4.1 การหาค่าเหนียวของยางเหนียว โดยการชั่งน้ำหนักตะกอน)

เวลา (นาที)	น้ำหนักตะกอนยางเหนียว (ร้อยละโดยน้ำหนัก)			
	กรดฟอสฟอริก	กรดซิตริก	กรดไฮโดรคลอริก	เกลือโซเดียมทาทาเทรท
5	1.12	1.10	0.74	0.69
10	1.56	1.52	0.92	0.89
15	1.74	1.70	1.20	1.14
20	1.76	1.71	1.22	1.14
25	1.77	1.73	1.22	1.15
30	1.78	1.73	1.23	1.15

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ-6 อิทธิพลของเวลาในกระบวนการกำจัดยางเหนียว

แสดงผลการทดลองจากการกำจัดยางเหนียว โดยแปรค่าเวลาจาก 5 ถึง 30 นาที โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 5 นาที ที่ความเข้มข้นสารลดยางเหนียวแต่ละชนิดร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักน้ำมัน อุตหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (ตามวิธี A.O.C.S. Ca 12-55 การหาปริมาณฟอสฟอรัสที่สัมพันธ์กับฟอสฟาไทด์)

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	กรดฟอสฟอริก	กรดซิตริก	กรดไฮโดรคลอริก	เกลือโซเดียมทาทเรท
5	93.2	99.5	121.3	127.5
10	35.0	56.9	67.5	73.0
15	18.1	17.0	52.0	57.0
20	8.0	12.0	52.0	55.0
25	11.0	12.0	50.9	55.0
30	10.0	12.0	52.0	55.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ-7 อิทธิพลของปริมาณมากเกินพอของไซเตียมไฮดรอกไซด์ในกระบวนการ  
กำจัดไขมันอิสระ

แสดงผลการทดลองการกำจัดกรดไขมันอิสระ แปรค่าปริมาณมากเกินพอ  
ของไซเตียมไฮดรอกไซด์จากร้อยละ 0 ถึง 25 โดยน้ำหนักของกรดไขมันอิสระ โดยเพิ่มขึ้น  
ครั้งละ 5 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที

น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาณมากเกินพอของ ไซเตียมไฮดรอกไซด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก กรดไขมันอิสระ)	กรดไขมันอิสระก่อน การกำจัด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	กรดไขมันอิสระหลัง การกำจัด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	การลดลงของกรด ไขมันอิสระ (ร้อยละ)	น้ำหนักน้ำมันที่ สูญเสีย (กรัม)	น้ำมันที่สูญเสีย (ร้อยละ)
(1) 500	0	12.98	4.10	68.41	51	10.2
500	5	12.89	3.24	74.86	48	9.6
500	10	12.88	2.53	80.31	39	7.8
500	15	12.96	2.96	77.16	42	8.4
500	20	12.94	2.60	79.91	55	11.0
500	25	12.90	1.96	84.81	58	11.6
(2) 500	0	13.17	4.24	67.81	48	9.6
500	5	13.08	3.15	75.92	48	9.6
500	10	13.11	2.12	83.83	44	8.8
500	15	13.14	2.68	79.60	46	9.2
500	20	13.10	2.00	84.73	53	10.6
500	25	13.15	1.99	84.87	55	11.0
(3) 500	0	13.15	4.19	68.14	51	10.2
500	5	13.14	2.19	83.33	49	9.8
500	10	13.16	1.81	86.25	42	8.4
500	15	13.15	2.08	84.18	45	9.0
500	20	13.15	1.75	86.69	55	11.0
500	25	13.15	1.94	85.25	60	12.0



ตารางที่ จ-8 อิทธิพลของอุณหภูมิในกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ

แสดงผลการทดลองการกำจัดกรดไขมันอิสระ แปรค่าอุณหภูมิจาก 50 ถึง 70 องศาเซลเซียส โดยเพิ่มขั้นครั้งละ 5 องศาเซลเซียส ใช้ปริมาณมากเกินไปของโปเตียมไอศรอกไอซ์ดีร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของกรดไขมันอิสระ

น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กรดไขมันอิสระ ก่อนการกำจัด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	กรดไขมันอิสระ หลังการกำจัด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	การลดลงของ กรดไขมันอิสระ (ร้อยละ)	น้ำหนักน้ำมัน ที่สูญเสีย (กรัม)	น้ำมันที่สูญเสีย (ร้อยละ)
(1) 500	50	12.97	2.58	80.11	51	10.2
500	55	12.96	2.17	83.26	48	9.6
500	60	13.08	2.02	84.56	46	9.2
500	65	13.11	1.78	86.42	42	8.4
500	70	13.15	2.26	82.81	49	9.8
(2) 500	50	13.11	2.46	81.23	50	10.0
500	55	13.14	2.18	83.41	48	9.6
500	60	13.16	1.89	85.64	46	9.2
500	65	13.15	1.81	86.24	43	8.6
500	70	13.15	2.24	82.97	46	9.2

ตารางที่ จ-9 อิทธิพลของปริมาณสารฟอกสีด้วย activated carbon

แปรค่าปริมาณสารฟอกสีจากร้อยละ 1 ถึง 5 โดยน้ำหนักน้ำมัน โดยเพิ่มขึ้น  
ครั้งละร้อยละ 1 จากอุณหภูมิ 90 ถึง 120 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 นาที

ตัวอย่าง ที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณสารฟอกสี (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ค่าสีของน้ำมัน ก่อนฟอกสี	ค่าสีของน้ำมัน หลังฟอกสี	ค่าสีที่ลดลง (ร้อยละ)
1	90	1	3.5	3.5	0.00
2	90	2	3.5	3.0<L<3.5	7.14
3	90	3	3.5	3.0<L<3.5	7.14
4	90	4	3.5	3.0	14.29
5	90	5	3.5	3.0	14.29
6	100	1	3.5	3.0<L<3.5	7.14
7	100	2	3.5	3.0	14.29
8	100	3	3.5	2.5<L<3.0	21.43
9	100	4	3.5	2.5<L<3.0	21.43
10	100	5	3.5	2.5<L<3.0	21.43
11	110	1	3.5	3.0	14.29
12	110	2	3.5	2.5<L<3.0	21.43
13	110	3	3.5	2.0	42.86
14	110	4	3.5	2.0	42.86
15	110	5	3.5	2.0	42.86
16	120	1	3.5	3.0	14.29
17	120	2	3.5	2.5<L<3.0	21.43
18	120	3	3.5	2.0	42.86
19	120	4	3.5	2.0	42.86
20	120	5	3.5	2.0	42.86



ตารางที่ จ-10 อิทธิพลของปริมาณสารฟอกสีด้วย activated clay

แปรค่าปริมาณสารฟอกสีจากร้อยละ 1 ถึง 5 โดยน้ำหนักน้ำมัน โดยเพิ่มขึ้น  
ครั้งละร้อยละ 1 จากอุณหภูมิ 90 ถึง 120 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 นาที

ตัวอย่าง ที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณสารฟอกสี (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ค่าสีของน้ำมัน ก่อนฟอกสี	ค่าสีของน้ำมัน หลังฟอกสี	ค่าสีที่ลดลง (ร้อยละ)
1	90	1	3.5	3.5	0.00
2	90	2	3.5	3.0<L<3.5	7.14
3	90	3	3.5	3.0<L<3.5	7.14
4	90	4	3.5	3.0	14.29
5	90	5	3.5	3.0	14.29
6	100	1	3.5	3.5	0.00
7	100	2	3.5	3.0<L<3.5	7.14
8	100	3	3.5	3.0	14.29
9	100	4	3.5	2.5<L<3.0	21.43
10	100	5	3.5	2.5<L<3.0	21.43
11	110	1	3.5	3.0	7.14
12	110	2	3.5	2.5<L<3.0	21.43
13	110	3	3.5	2.5<L<3.0	21.43
14	110	4	3.5	2.0	42.86
15	110	5	3.5	2.0	42.86
16	120	1	3.5	3.0	7.14
17	120	2	3.5	2.5<L<3.0	21.43
18	120	3	3.5	2.5	28.57
19	120	4	3.5	2.0<L<2.5	35.71
20	120	5	3.5	2.0	42.86

ตารางที่ จ-11 อิทธิพลของอุณหภูมิในกระบวนการฟอกสีด้วย activated clay

แปรค่าอุณหภูมิจาก 90 ถึง 120 องศาเซลเซียส โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 10 องศาเซลเซียส ใช้ปริมาณสารฟอกสีคงที่จากร้อยละ 2 ถึง 5 โดยน้ำหนักน้ำมัน ใช้เวลา 20 นาที

ตัวอย่างที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณสารฟอกสี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ค่าสีของน้ำมัน ก่อนฟอกสี	ค่าสีของน้ำมัน หลังฟอกสี	ค่าสีที่ลดลง (ร้อยละ)
1	90	2	3.5	3.0<L<3.5	7.14
2	100	2	3.5	3.0<L<3.5	7.14
3	110	2	3.5	2.5<L<3.0	21.43
4	120	2	3.5	2.5<L<3.0	21.43
5	90	3	3.5	3.0<L<3.5	7.14
6	100	3	3.5	3.0	14.29
7	110	3	3.5	2.5	28.57
8	120	3	3.5	2.5	28.57
9	90	4	3.5	3.0	14.29
10	100	4	3.5	2.5<L<3.0	21.43
11	110	4	3.5	2.0	42.86
12	120	4	3.5	2.0	42.86
13	90	5	3.5	3.0<L<3.5	7.14
14	100	5	3.5	3.0	14.29
15	110	5	3.5	2.0	42.86
16	120	5	3.5	2.0	42.86

ตารางที่ จ-12 อิทธิพลของการเติมสารกันหิน BHT ในน้ำเมล็ดยางพาราที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์

แปรค่าปริมาณร้อยละของ BHT จาก 0.005, 0.01 และ 0.02 โดยน้ำหนัก น้ำหนักใช้เวลาการเก็บ 120 วัน

ตัวอย่างที่	เวลา (วัน)	0.005% BHT			0.01 % BHT			0.02 % BHT			
		น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (มิลลิลิตร)	ค่าเปอร์ออกไซด์	น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (มิลลิลิตร)	ค่าเปอร์ออกไซด์	น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (มิลลิลิตร)	ค่าเปอร์ออกไซด์	ค่าสี (ASTM D1500)
1	0	5.1648	0.58 <sup>(1)</sup>	1.21	5.2443	0.59 <sup>(1)</sup>	1.22	5.1371	0.57 <sup>(1)</sup>	1.20	3.5
2	5	5.0746	0.61	1.30	5.2065	0.62	1.29	5.0868	0.58	1.23	3.5
3	10	5.1951	0.97	2.02	5.0212	0.82	1.76	5.1558	0.73	1.53	3.5
4	15	5.0073	1.04	2.24	5.1348	1.01	2.12	5.1520	0.80	1.68	3.5
5	20	5.2614	1.41	2.89	5.1268	1.07	2.25	5.0607	0.88	1.88	3.5
6	25	5.1652	1.50	3.14	5.1772	1.37	2.86	5.1074	1.00	2.11	3.5
7	30	5.0168	1.48 <sup>(2)</sup>	3.25	5.3114	1.48 <sup>(2)</sup>	3.06	5.0369	1.12 <sup>(2)</sup>	2.45	3.5
8	35	5.1047	2.15	4.63	5.2019	1.72	3.64	5.1417	1.37	2.93	3.5
9	45	5.1318	2.87	6.15	5.1015	2.26	4.87	5.1038	1.60	3.45	3.5<L<4.0
10	60	5.1365	4.82 <sup>(3)</sup>	9.71	5.2146	3.57 <sup>(3)</sup>	7.12	5.0807	2.51 <sup>(3)</sup>	5.14	3.5<L<4.0
11	80	5.0789	7.24	14.83	5.0172	5.67	11.75	5.1074	3.93	8.00	3.5<L<4.0
12	100	5.0874	7.08 <sup>(4)</sup>	17.54	5.1558	5.70 <sup>(4)</sup>	13.93	5.2011	4.90 <sup>(4)</sup>	11.87	3.5<L<4.0
13	120	5.1008	7.45	18.40	5.0015	6.06	15.27	5.1768	5.27	12.83	4.0

หมายเหตุ

- (1) ความเข้มข้นของสารละลาย  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ที่ใช้ 0.0108 โมลต่อลิตร  
 (2) " " " 0.0110 "  
 (3) " " " 0.0104 "  
 (4) " " " 0.0126 "

ตารางที่ จ-13 อิทธิพลของการเติมสารกันหิน BHA ในน้ำมันเมล็ดยางพาราที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์

แปรค่าปริมาณร้อยละของ BHA จาก 0.005, 0.01 และ 0.02 โดยน้ำหนักน้ำมัน ใช้เวลาการเก็บ 120 วัน

ตัวอย่างที่	เวลา (วัน)	0.005 % BHA			0.01 % BHA			0.02 % BHA			ค่าสี (ASTM D1500)
		น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาณ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (มิลลิกรัม)	ค่าเปอร์ออกไซด์	น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาณ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (มิลลิกรัม)	ค่าเปอร์ออกไซด์	น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาณ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (มิลลิกรัม)	ค่าเปอร์ออกไซด์	
1	0	5.2462	0.58 <sup>(1)</sup>	1.20	5.2106	0.57 <sup>(1)</sup>	1.19	5.1355	0.57 <sup>(1)</sup>	1.20	3.5
2	5	5.1380	0.78	1.64	5.1516	0.72	1.51	5.0335	0.64	1.37	3.5
3	10	5.2133	0.99	2.05	5.1821	0.84	1.75	5.1511	0.74	1.56	3.5
4	15	5.2808	1.21	2.48	5.1678	1.02	2.13	5.0340	0.88	1.89	3.5
5	20	5.1076	1.46	3.09	5.1079	1.27	2.69	5.2389	1.05	2.16	3.5
6	25	5.1149	1.71	3.61	5.1332	1.46	3.07	5.0118	1.07	2.34	3.5
7	30	5.1072	1.97 <sup>(2)</sup>	4.24	5.0776	1.73 <sup>(2)</sup>	3.75	5.0994	1.34 <sup>(2)</sup>	2.89	3.5
8	35	5.2110	2.50	5.28	5.1088	1.92	4.13	5.1048	1.51	3.25	3.5<L<4.0
9	45	5.0714	3.08	6.68	5.1464	2.60	5.56	5.2002	1.91	4.04	3.5<L<4.0
10	60	5.0341	4.77 <sup>(3)</sup>	9.86	5.1747	3.97 <sup>(3)</sup>	7.98	5.1008	2.98 <sup>(3)</sup>	6.08	3.5<L<4.0
11	80	5.0280	6.89	14.25	5.1898	5.08	11.38	5.1753	4.50	9.04	3.5<L<4.0
12	100	5.1134	6.81 <sup>(4)</sup>	16.78	5.1994	6.03 <sup>(4)</sup>	14.61	5.1808	5.09 <sup>(4)</sup>	12.38	4.0
13	120	5.1036	7.37	18.20	5.1128	6.25	15.40	5.0916	5.50	13.61	4.0

หมายเหตุ หมายเลข 1-4 ใช้ความเข้มข้นของ  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  เช่นเดียวกับตารางที่ จ-12

ตารางที่ จ-14 อิทธิพลของการเติมสารโซเดียมซัลไฟเทรทในน้ำมันเมล็ดยางพาราที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์

แปรค่าปริมาณร้อยละของโซเดียมซัลไฟเทรทจาก 0.005, 0.01 และ 0.02 โดยน้ำหนักน้ำมัน ใช้เวลาการเก็บ 120 วัน

ตัวอย่างที่	เวลา (วัน)	0.005 % โซเดียมซัลไฟเทรท			0.01 % โซเดียมซัลไฟเทรท			0.02 % โซเดียมซัลไฟเทรท			ค่าสี (ASTM D1500)
		น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาณ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (มิลลิกรัม)	ค่าเปอร์ออกไซด์	น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาณ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (มิลลิกรัม)	ค่าเปอร์ออกไซด์	น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาณ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (มิลลิกรัม)	ค่าเปอร์ออกไซด์	
1	0	5.0474	0.57 <sup>(1)</sup>	1.22	5.0423	0.56 <sup>(1)</sup>	1.20	5.2614	0.58 <sup>(1)</sup>	1.20	3.5
2	5	5.1748	0.79	1.65	5.1919	0.75	1.57	5.0782	0.65	1.39	3.5
3	10	5.0175	0.98	2.12	5.1808	0.95	1.88	5.1644	0.78	1.64	3.5
4	15	5.1816	1.56	3.25	5.0974	1.18	2.50	5.0918	1.06	2.25	3.5
5	20	5.1448	1.80	3.78	5.0737	1.47	3.13	5.1980	1.26	2.62	3.5
6	25	5.1346	2.21	4.65	5.0965	1.89	4.08	5.1896	1.39	2.94	3.5
7	30	5.0919	2.22 <sup>(2)</sup>	4.80	5.1595	2.00 <sup>(2)</sup>	4.26	5.2112	1.53 <sup>(2)</sup>	3.22	3.5<L<4.0
8	35	5.2310	2.46	5.18	5.1919	2.03	4.39	5.1688	1.71	3.64	3.5<L<4.0
9	45	5.0314	3.25	7.11	5.0737	2.74	5.93	5.0330	2.07	4.52	3.5<L<4.0
10	60	5.0506	4.89 <sup>(3)</sup>	10.07	5.1746	4.42 <sup>(3)</sup>	8.88	5.1441	3.53 <sup>(3)</sup>	7.14	3.5<L<4.0
11	80	5.0711	7.53	15.44	5.1334	6.84	13.86	5.3236	5.70	11.14	4.0
12	100	5.2810	7.86 <sup>(4)</sup>	18.75	5.1441	6.83 <sup>(4)</sup>	16.73	5.0176	5.61 <sup>(4)</sup>	14.09	4.0
13	120	5.1098	8.03	19.80	5.2010	7.10	17.20	5.1622	6.16	15.04	4.0<L<5.0

หมายเหตุ หมายเลข 1-4 ใช้ความเข้มข้นของ  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  เช่นเดียวกับตารางที่ จ-12

ตารางที่ จ-15 แสดงสัมปติน้ำมันเมล็ดยางพาราที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ และ  
ไม่เติมสารกันหืนช่วงระยะเวลา 120 วัน

ตัวอย่างที่	เวลา (วัน)	น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาณ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (มิลลิกรัม)	ค่าเปอร์ออกไซด์	น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาณ KOH (มิลลิกรัม)	ค่าความเป็นกรด	ค่าสี (ASTM D1500)
1	0	4.5867	0.51 <sup>(1)</sup>	1.19	1.1208	4.81 <sup>(5)</sup>	26.19	3.5
2	5	6.1951	2.57	4.43	0.9896	4.45	27.44	3.5
3	10	5.1436	3.38	7.10	1.0465	5.10	29.75	3.5
4	15	5.3368	4.18	8.46	1.1146	5.60	30.67	3.5<L<4.0
5	20	5.3851	5.15	10.33	1.0157	5.26 <sup>(6)</sup>	30.91	3.0<L<4.0
6	25	5.9007	7.32	13.40	1.2544	6.58	31.31	3.5<L<4.0
7	30	5.5014	8.54 <sup>(2)</sup>	17.08	1.0788	5.80	32.09	4.0
8	35	5.7095	10.05	19.36	1.2334	7.14 <sup>(7)</sup>	32.87	4.0
9	45	5.6954	11.31	21.84	1.0078	5.95	33.52	4.0<L<4.5
10	60	5.3114	11.65 <sup>(3)</sup>	22.81	1.0948	7.23 <sup>(8)</sup>	34.97	4.0<L<4.5
11	80	5.2136	12.41	24.76	1.1213	7.75 <sup>(9)</sup>	36.10	4.5
12	100	5.3448	11.83 <sup>(4)</sup>	27.89	1.1447	8.75 <sup>(10)</sup>	39.19	4.5<L<5.0
13	120	5.2745	12.03	28.74	1.0884	7.15 <sup>(11)</sup>	42.12	>5.0

หมายเหตุ

- (1) ความเข้มข้นของสารละลาย  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ที่ใช้ 0.0108 โมลต่อลิตร  
 (2) " " " 0.0110 " "  
 (3) " " " 0.0104 " "  
 (4) " " " 0.0126 " "  
 (5) ความเข้มข้นของสารละลาย KOH ที่ใช้ 0.1088 " "  
 (6) " " " 0.1064 " "  
 (7) " " " 0.1012 " "  
 (8) " " " 0.0944 " "  
 (9) " " " 0.0931 " "  
 (10) " " " 0.0914 " "  
 (11) " " " 0.1143 " "



ตารางที่ จ-16 แสดงสมบัติน้ำมันเมล็ดยางพาราที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ ในช่วงระยะเวลา 120 วัน

ตัวอย่างที่	เวลา (วัน)	น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (มิลลิลิตร)	ค่าเปอร์ออกไซด์	น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	ปริมาตร KOH (มิลลิลิตร)	ค่าความเป็นกรด	ค่าสี (ASTM D 1500)
1	0	5.1478	0.56 <sup>(1)</sup>	1.17	1.1042	2.68 <sup>(5)</sup>	14.81	2.0
2	5	5.0665	0.68	1.45	1.0783	2.62	14.83	2.0
3	10	5.1346	0.75	1.58	1.1476	2.81	14.95	2.0
4	15	5.1346	1.21	2.52	1.1375	2.79	14.97	2.0
5	20	5.1879	1.47	3.03	1.0316	2.60 <sup>(6)</sup>	15.04	2.0
6	25	5.2451	1.80	3.78	1.2247	3.10	15.11	2.0
7	30	5.1463	1.98 <sup>(2)</sup>	4.17	1.0788	2.73	15.11	2.0
8	35	5.2268	2.40	5.03	1.443	3.06 <sup>(7)</sup>	15.18	2.0
9	45	5.2481	3.38	7.33	1.1077	3.97	15.22	2.0
10	60	5.0699	5.12 <sup>(3)</sup>	10.50	1.2166	3.51 <sup>(8)</sup>	15.28	2.0<L<2.5
11	80	5.1746	6.80	13.67	1.2478	3.66 <sup>(9)</sup>	15.32	2.0<L<2.5
12	100	5.1378	6.36 <sup>(4)</sup>	15.59	1.1699	3.52 <sup>(10)</sup>	15.43	2.0<L<2.5
13	120	5.0774	6.65	16.47	1.1087	2.83 <sup>(11)</sup>	16.37	2.5

หมายเหตุ หมายเลข 1-11 ใช้ความเข้มข้นของ  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  และ KOH เช่นเดียวกับตารางที่ จ-15

ตารางที่ จ-17 แสดงผลการนำน้ำมันเมลิทบายพาราผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่าง ๆ มาทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล แบบไม่มีภาระ (no load) ที่ความเร็ว 1,500 และ 1,600 รอบต่อนาที

NO LOAD : SPEED 1500 rpm

NO.	ROOM TEMP.		EXHAUST GAS TEMP.		% RSO.	% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	% CO	FUEL CONSUMPTION (cc/hr)
	T <sub>d</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>d</sub>	T <sub>w</sub>					
1	30	24	64	34	0	2.2	17.4	0.1	285
2	31	24	65	34	10	2.2	17.3	0.1	262
3	31	25	64	34	20	2.3	17.1	0.2	259
4	32	25	65	34	30	2.3	17.1	0.2	259
5	32	25	64	34	35	2.1	17.3	0.2	258
6	33	25	64	34	40	2.3	17.2	0.2	253
7	31	24	70	35	0	2.4	16.5	0.2	302
8	31	24	71	35	10	2.3	16.3	0.2	279
9	32	25	70	35	20	2.4	16.6	0.1	275
10	32	25	70	35	30	2.2	16.4	0.3	273
11	32	25	71	35	35	2.4	16.5	0.3	274
12	32	25	70	35	40	2.3	16.3	0.3	272

NO LOAD : SPEED 1600 rpm

หมายเหตุ % RSO หมายถึง ร้อยละของน้ำมันเมลิทบายพาราผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่ จ-18 แสดงผลการนำน้ำมันเมลิคียงพาราผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่าง ๆ มาทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล แบบไม่มีภาระ (no load) ที่ความเร็ว 1,700 และ 1,800 รอบต่อนาที

NO LOAD : SPEED 1700 rpm

NO	ROOM TEMP.		EXHAUST GAS TEMP.		% RSO	% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	% CO	FUEL CONSUMPTION (cc/hr)
	T <sub>d</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>d</sub>	T <sub>w</sub>					
13	32	25	75	37	0	2.5	15.8	0.3	323
14	32	25	74	37	10	2.4	15.9	0.3	296
15	32	25	75	37	20	2.6	15.7	0.3	295
16	33	25	74	37	30	2.4	15.5	0.4	293
17	33	26	75	37	35	2.5	15.7	0.4	292
18	33	26	75	37	40	2.5	15.7	0.4	287
19	32	25	82	39	0	2.5	15.0	0.4	332
20	32	25	82	39	10	2.6	14.9	0.4	315
21	33	25	81	39	20	2.7	14.7	0.4	310
22	33	26	82	39	30	2.6	14.9	0.5	311
23	33	26	82	39	35	2.6	14.8	0.5	313
24	33	26	82	39	40	2.6	14.9	0.5	306

NO LOAD : SPEED 1800 rpm



ตารางที่ จ-19 แสดงผลการนำน้ำมันเมทิลดียงพาราผล้มกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่าง ๆ มาทดลองกับเครื่องเบนดีเซลแบบมีภาระ (load) ที่ความเร็ว 1,500 และ 1,600 รอบต่อนาที

LOAD : 300 W 220-250 V, SPEED 1,500 rpm

NO.	ROOM TEMP.		EXHAUST GAS TEMP.		% RSO	V (volt)	I (amp)	P (watt)	% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	% CO	FUEL CONSUMPTION (cc/hr)
	T <sub>d</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>d</sub>	T <sub>w</sub>								
25	32	25	65	34	0	111	0.84	93.2	3.5	14.2	0.2	344
26	32	25	64	34	10	110	0.84	92.4	3.6	14.0	0.2	334
27	33	25	65	34	20	110	0.84	92.4	3.7	13.9	0.3	330
28	33	25	64	34	30	110	0.84	92.4	3.6	13.9	0.2	328
29	34	26	65	34	35	110	0.84	92.4	3.6	13.8	0.3	321
30	34	26	66	34	40	110	0.84	92.4	3.6	13.8	0.3	324
31	33	26	70	36	0	142	0.92	130.6	3.7	13.7	0.3	401
32	33	26	70	36	10	142	0.92	130.6	3.6	13.8	0.3	386
33	34	26	71	36	20	142	0.92	130.6	3.8	13.6	0.3	384
34	34	27	69	36	30	142	0.92	130.6	3.7	13.5	0.4	380
35	34	27	70	36	35	142	0.92	130.6	3.7	13.3	0.4	376
36	35	27	71	36	40	142	0.92	130.6	3.6	13.2	0.5	374

LOAD : 300 W 220-250 V, SPEED 1600 rpm.

ตารางที่ จ-20 แสดงผลการนำน้ำมันเมดิคบางพาราผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่าง ๆ มาทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลแบบมีภาระ (load) ที่ความเร็ว 1,700 และ 1,800 รอบต่อนาที

LOAD : 300 W 220-250 V, SPEED 1,700 rpm

NO.	ROOM TEMP.		EXHAUST GAS TEMP.		% RSO	V (volt)	I (amp)	P (watt)	% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	% CO	FUEL CONSUMPTION (cc/hr)
	T <sub>d</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>d</sub>	T <sub>w</sub>								
37	30	24	75	38	0	175	1.03	180.3	4.1	12.5	0.3	464
38	31	25	76	38	10	175	1.03	180.3	4.0	12.4	0.4	447
39	32	26	75	38	20	173	1.02	176.5	3.9	12.3	0.5	442
40	33	26	75	38	30	173	1.02	176.5	3.9	12.2	0.5	432
41	35	27	76	38	35	173	1.02	176.5	4.0	12.2	0.5	430
42	35	27	76	38	40	173	1.02	176.5	4.1	12.1	0.5	430
43	32	25	83	40	0	195	1.14	222.3	4.2	11.4	0.4	522
44	33	25	82	40	10	195	1.14	222.3	4.3	11.5	0.4	506
45	34	26	82	40	20	195	1.14	222.3	4.1	11.7	0.5	492
46	34	26	83	40	30	194	1.13	219.2	4.2	10.9	0.7	490
47	35	26	82	40	35	194	1.13	219.2	4.3	11.1	0.8	487
48	35	26	82	40	40	194	1.13	219.2	4.2	11.0	0.8	484

LOAD : 300 W 220-250 V, SPEED 1,800 rpm.

ประวัติผู้เขียน

นายองอาจ แสงรุ่ง เกิดวันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ. 2503 ที่จังหวัดสงขลา  
จบปริญญาตรีสาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี พ.ศ. 2525 ปัจจุบัน  
อยู่ที่ 25/71 ถนนแจ้งวัฒนะ อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย