

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ

การวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันดีเซลชีวภาพ (Fatty Acid Methyl Ester: B100), ASTM D6751-03a & EN 14214

ก- 1 การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Acid Value), ASTM D664-04 (มาตรฐานสำหรับ เมทิลเอสเทอร์ < 0.4 %)

เครื่องมือ ปีกเกอร์ ปิเปต บิวเรต pH-Meter

สารเคมี โทลูอีน โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ Isopropyl alcohol Phenolphthalein

วิธีการทดลอง

- 1.1 เตรียมปิกเกอร์ขนาด 600 ml จำนวน 2 ใบ แล้วเติมสารละลายปิกเกอร์ละ 125 ml โดยที่สารละลายเป็นส่วนผสมของ Isopropyl Alcohol 50 % และ Toluene 50 %
- 1.2 เติมตัวอย่าง 5 กรัม ลงในปิกเกอร์ใบแรก (ปริมาณตัวอย่างที่ใช้เป็นดังตารางที่ ก-1.1)
- 1.3 เติม Indicator Phenolphthalein 2ml ลงในปิกเกอร์ทั้งสองใบ
- 1.4 ไตเตรตสารละลายผสมในปิกเกอร์ทั้งสองด้วย สารละลาย KOH ความเข้มข้น 0.1 N สังเกตสีของสารละลายที่ได้ จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู
- 1.5 บันทึกปริมาณสารละลาย KOH ที่ใช้ไป

$$AV = \frac{(A-B) \times N \times M.W.}{W}$$

คำนวณปริมาณ FFA จากสมการต่อไปนี้

$$FFA(\%) = \frac{AV(\%)}{2} \quad (1)$$

เมื่อ A = ปริมาณของสารละลาย KOH ที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่างน้ำมัน (ml)
 B = ปริมาณของสารละลาย KOH ที่ใช้ในการไตเตรต blank (ml)
 N = ความเข้มข้นของ KOH ที่ใช้ (ในกรณีนี้เป็น 0.025 N)
 M.W. = มวลโมเลกุลของเบสที่ใช้ (ในกรณีนี้ KOH = 56)
 W = ปริมาณตัวอย่างน้ำมันที่ใช้ (g)

ตารางที่ ก-1.1 ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบแบ่งตามค่า Acid Number
 [ASTM D664-04]

Acid Number	Mass of Test Portion, g	Accuracy of Weighing, g
0.05 - < 1.00	20.0 ± 2.0	0.10
1.00 - < 5.00	5.0 ± 0.5	0.02
5.00 - < 20.0	1.0 ± 0.1	0.005
20.0 - < 100	0.25 ± 0.02	0.001
100 - < 260	0.1 ± 0.01	0.0005

ก-2 การวิเคราะห์ค่าความหนืดเชิงจลน์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (Kinematics Viscosity @ 40 °C), ASTM D445-03, EN ISO 3105 (มาตรฐานสำหรับเมทิลเอสเทอร์อยู่ระหว่าง 3.5 กับ 5.0)

เครื่องมือ

- Calibrated Cannon-Fenske viscometer size 75
- Viscometer Holder
- Temperature-Controlled Bath
- นาฬิกาจับเวลา

สารเคมี เฮกเซน

วิธีการทดลอง

- 2.1 กดสวิตช์เปิดเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
- 2.2 กดปุ่ม Set Point ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 40 องศาเซลเซียส แล้วรอให้อุณหภูมิถึงค่าที่ตั้งไว้
- 2.3 ทำความสะอาด viscometer ดังภาพที่ ก-2.1 โดยใช้สารละลาย Hexane ล้างให้สะอาด และรอให้แห้ง
- 2.4 ค่อยๆ เทน้ำมันลงในหลอด ของ Viscometer ที่สะอาดและแห้ง โดยให้ระดับน้ำมันอยู่กึ่งกลางของกระเปาะกลม จุด E
- 2.5 ใส่ Viscometer ลงใน Holder แล้วตั้งทิ้งไว้ 20 นาทีเพื่อให้อุณหภูมิของน้ำมันเท่ากับอุณหภูมิของน้ำใน Bath
- 2.6 ใช้จุกยางอุดน้ำมันในหลอด ขึ้นมาจนระดับน้ำมันอยู่ที่กึ่งกลางของจุด A จากนั้นนำจุกยางออกจากหลอด รอจนน้ำมันไหลลงไปจนถึงส่วนล่างของจุด B จึงเอานิ้วมือออกได้ และทำการวัดค่า Efflux Time
- 2.7 การวัดค่า Efflux Time เริ่มจับเวลาเมื่อน้ำไหลผ่านจุด B และหยุดจับเวลาเมื่อถึงจุด D
- 2.8 การหาค่า Kinematic Viscosity นั้นหาได้โดยนำค่า Efflux Time มาคูณกับค่า Viscometer Constant
- 2.9 เพื่อความถูกต้องมากขึ้นทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 5-7 อีก 2 ครั้ง

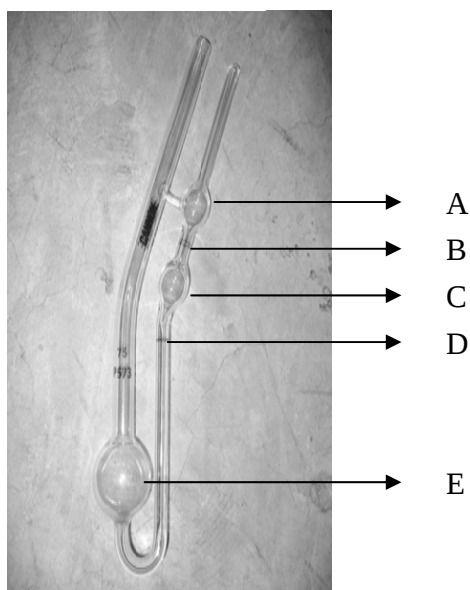
การคำนวณค่า Kinematics Viscosity

จากการทดลองเพื่อหาค่า Kinematic Viscosity นั้นใช้ Calibrated Viscometer Size 75 ซึ่งมี
ค่า Viscometer Constant = 0.007617 cSt/s โดยค่า Kinematic Viscosity คำนวณได้จาก

$$\text{Kinematic Viscosity (cSt)} = \text{Viscometer Constant (cSt/s)} \times \text{Efflux Time (s)}$$

ภาพที่ ก-2.1 Calibrated Viscometer

[ASTM D445-03]



ก-3 การวิเคราะห์ค่าไอโอดีน (Iodine Value), BS EN 14111 (มาตรฐานสำหรับเมทิล เอสเทอร์อยู่ระหว่าง 120 กับ 130)

เครื่องมือ ปีกเกอร์ Flask ขนาด 500 ml ปิเปต บิวเรต pH-Meter

- สารเคมี
- สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก (KI Solution 100 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร)
 - สารละลายน้ำแป้ง (Starch solution)
 - สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร (Sodium Thiosulfate Solution 0.1 N)
 - สารละลายผสมระหว่างไซโคลเฮกเซน และกรดอะซิติก (equal volume of cyclohexane & glacial acetic acid)
 - Wijs Reagent

วิธีการทดลอง

- 3.1 เติมห่วงยาง และ Solvent ปริมาณดังตารางที่ ก-3.1 พร้อมกับเติม Wijs Reagent ปริมาณ 25 ml ลงใน flask ขนาด 500 ml แล้วเขย่าให้เข้ากัน จากนั้นนำไปตั้งในที่มืด
- 3.2 เตรียมสารละลาย Blank test (ไม่ต้องเติมห่วงยาง) ตามวิธีการในข้อ 3.1
- 3.3 - สำหรับตัวอย่างที่คาดว่าจะมีค่าคาคะเนของ Iodine Value น้อยกว่า 150 ให้เก็บไว้ ≈ 1 ชั่วโมง
 - สำหรับตัวอย่างที่คาดว่าจะมีค่าคาคะเนของ Iodine Value สูงกว่า 150 ให้เก็บไว้ ≈ 2 ชั่วโมง
- 3.4 ในช่วงท้ายของปฏิกิริยา ให้เติม KI solution ปริมาณ 20 ml และน้ำ 150 ml
- 3.5 - ไตรเตรตสารละลายผสมใน Flask ด้วย standard solution ของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ จนกระทั่งได้สารละลายผสมสีเหลือง (คาดว่าไอโอดีนเกือบจะหมดแล้ว)
 - เติม Starch solution ปริมาณ 2 ถึง 3 หยด จะเกิดสีน้ำเงินขึ้นในสารละลาย
 ให้ไตรเตรตต่อจนกระทั่งเมื่อเขย่าแรง ๆ แล้วสีน้ำเงินได้หายไป
- 3.6 ไตรเตรต Blank Test ด้วยวิธีการเดียวกันกับในข้อ 3.5
- 3.7 คำนวณค่าไอโอดีนจากสมการที่ 2

$$W_I = \frac{12.69C(V_2 - V_1)}{M} \quad (2)$$

เมื่อ W_I = Iodine Value, g / 100 g fat

C = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต, โมลต่อลิตร

V_1 = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตใน Blank Test, มิลลิลิตร

V_2 = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตในตัวอย่าง, มิลลิลิตร

M = ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ, กรัม

ตารางที่ ก-3.1 ปริมาณ Solvent ที่ใช้เมื่อค่าคาดคะเนของ Iodine value

เป็นค่าต่าง ๆ ตั้งแต่ น้อยกว่า 1.5 ถึง 200

[BS EN 14111]

Expected Iodine Value [g / 100 g]	Mass of test portion [g]	Volume of Solvent [ml]
Less than 1.5	15.00	25
1.5 to 2.5	10.00	25
2.5 to 5.0	3.00	20
5.0 to 20	1.00	20
20 to 50	0.40	20
50 to 100	0.20	20
100 to 150	0.13	20
150 to 200	0.10	20

ก-4 การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value), ISO 3960

เครื่องมือ Conical Flask ขนาด 250 ml ปิเปต บิวเรต

สารเคมี - น้ำกลั่น

- สารละลายผสมระหว่างกรดอะซิติก และไอโซออกเทนด้วยสัดส่วน 60 ต่อ 40 โดยปริมาตร [glacial acetic acid / iso-octane = 60 / 40 (by vol.)]
- สารละลายอิ่มตัวของโพแทสเซียมไอโอไดด์ (Saturated solution of KI)
- สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.01 โมลต่อลิตร (Sodium Thiosulfate Solution 0.01 N)
- สารละลายน้ำแป้งความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร (Starch solution 5 g/L)

วิธีการทดลอง

- 4.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างตามตารางที่ ก-4.1 แล้วเติมลงใน Flask ที่เตรียมไว้
- 4.2 เติมสารละลายผสมระหว่างกรดอะซิติกกับไอโซออกเทน ปริมาณ 50 มิลลิลิตร ลงใน Flask เขย่า เพื่อให้สารตัวอย่างผสม และละลายกันจนทั่ว จากนั้น ทำการปิเปต สารละลายอิ่มตัวของโพแทสเซียมไอโอไดด์ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตร ตามลงไป ใน Flask พล้อยทิ้งไว้ให้สารละลายทำปฏิกิริยาประมาณ 1 นาที (ในระหว่างนี้ ต้องเขย่าไปด้วย อย่างน้อย 3 ครั้ง) จากนั้น เติมน้ำกลั่นลงไปอีก 30 มิลลิลิตร
- 4.3 - ไตเตรตสารละลายผสมใน Flask ด้วย standard solution ของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ จนกระทั่ง สีเหลืองของสารละลายหายไปจนเกือบหมด
 - เติม Starch solution ปริมาณ 0.5 ml แล้วไตเตรตต่อไป จนใกล้ endpoint เพื่อให้ ไอโอดีนจากชั้นของตัวทำละลายออกมาให้หมด
 - เติม Standard solution ของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ละหยด จนพบว่า สีน้ำเงินของสารละลาย ได้หายไป
- 4.4 ไตเตรต Blank Test ด้วยวิธีการเดียวกันกับในข้อ 4.2 ถึง 4.3
- 4.5 คำนวณค่าเปอร์ออกไซด์จากสมการที่ 3

$$P = \frac{1000(V - V_0)C}{M} \quad (3)$$

- เมื่อ P = Peroxide Value, meq / kg
 V = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตในตัวอย่าง, มิลลิลิตร
 V_0 = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตใน Blank Test, มิลลิลิตร
 C = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต, โมลต่อลิตร
 M = ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ, กรัม

ตารางที่ ก-4.1 น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้เมื่อค่าคาดคะเนของ Peroxide value เป็นค่าต่าง ๆ
 ตั้งแต่ 0 ถึง 90
 [ISO 3960]

Expected Peroxide Value [meq / kg]	Mass of test portion [g]	Weighing Accuracy [g]
0 to 12	5.0 to 2.0	± 0.01
12 to 20	2.0 to 1.2	± 0.01
20 to 30	1.2 to 0.8	± 0.01
30 to 50	0.8 to 0.5	± 0.01
50 to 90	0.5 to 0.3	± 0.01

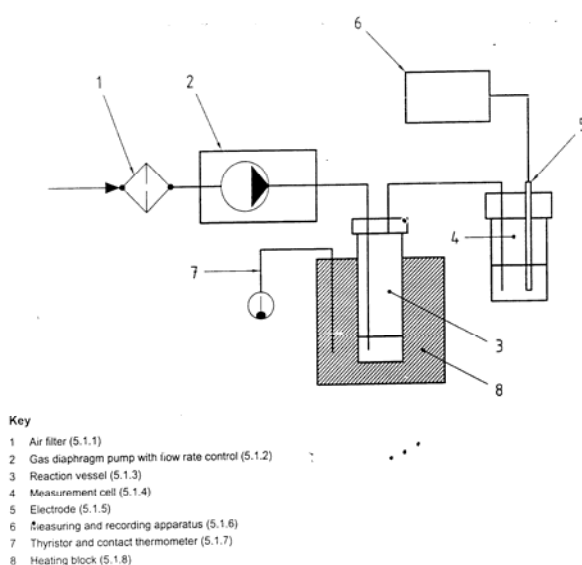
ก-5 การวิเคราะห์อายุการใช้งานของน้ำมัน (Oxidation Stability), BS EN 14112
(มาตรฐานสำหรับเมทิลเอสเทอร์ต้องน้อยกว่า 6 ชั่วโมง)

เครื่องมือ ปีกเกอร์ บีเปต บิวเรต pH-Meter Rancimat Tester, molecular seive
สารเคมี อะซิโตน, กลีเซอรอล

วิธีการทดลอง

- 5.1 เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังภาพที่ ก-5.1 และ ภาพที่ ก-5.2
- 5.2 ติดอุปกรณ์ Gas diaphragm pump (2) แล้วปรับอัตราการไหลให้อยู่ที่ 10 ลิตรต่อชั่วโมง จากนั้นให้ปิดปั๊ม
- 5.3 ตั้งอุณหภูมิของ Heating block (8) ให้อยู่ที่ 110 องศาเซลเซียส และติดเทอร์โมมิเตอร์ (7) ตามรูปข้างต้น จากนั้นเติมกลีเซอรอลลงในช่อง Heating block (8) เพื่อช่วยถ่ายเทความร้อน
- 5.4 เติมน้ำมันปริมาณ 50 ml ลงไปใน Measurement cell (4)

ภาพที่ ก-5.1 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ Oxidation Stability
[BS EN 14112]



5.5 ตั้งค่าอุปกรณ์ electrode ดังต่อไปนี้

-ตรวจสอบความพร้อมของ Electrode ทำการปรับสัญญาณโดยใช้ calibration

potentiometer สัญญาณที่ได้จะอยู่ที่เลขศูนย์

-ตั้งอัตรากระดาศไว้อยู่ที่ 10 mm / h และความถี่ในการวัดอยู่ที่ 1 จุดต่อ 20 วินาที

-ตั้งค่าการวัดไว้ที่ 200 μs / cm

5.6 ชั่งตัวอย่างน้ำหนัก 3.0 กรัมใส่ไปใน Reaction vessel (3)

5.7 เปิดสวิตช์ Gas diaphragm pump (2) และตั้งค่าอัตราการไหลให้อยู่ที่ 10 ลิตร

ต่อชั่วโมง อีกครั้งหนึ่ง เชื่อมท่อต่ออากาศเข้าและออกระหว่าง reaction vessel (3) กับ measurement cell (4) โดยใช้ connection hoses

5.8 นำ reaction vessel ที่ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เสร็จแล้วไปใส่ไว้ใน heating block โดยที่อุณหภูมิของทั้ง reaction vessel และ heating block ต้องถึงที่ต้องการไว้แล้วทั้งชั้นที่ 5.7 และ 5.8 ต้องเตรียมให้เร็วที่สุด จากนั้น เริ่มเดินเครื่องอุปกรณ์บันทึกค่าโดยอัตโนมัติ หรือเริ่มจดค่าเวลาที่เริ่มต้นการวัดบนกระดาศวัดค่า

5.9 สิ้นสุดการวัด เมื่อสัญญาณไปถึง 100 % ของ Recorder scale โดยทั่วไปคือ 200 μs

5.10 ในระหว่างการทดลอง ให้พึงระวังดังต่อไปนี้

-ตรวจสอบการตั้งค่า Flow meter ให้อยู่ในอัตราคงที่

-ตรวจสอบสีของ Molecular sieve ของตัวกรองอากาศ และให้ทดลองวัดค่าอีก

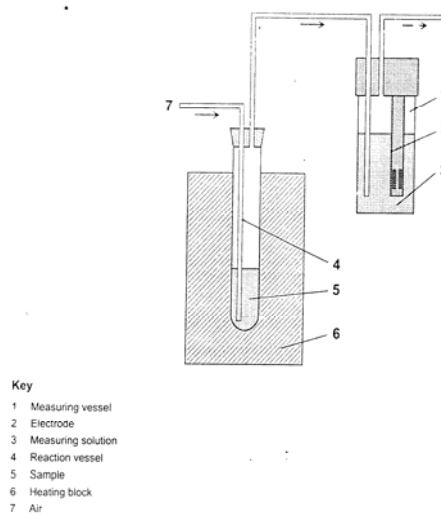
ครั้งหนึ่งเมื่อ molecular sieve เปลี่ยนสีในระหว่างการทดลอง (คำแนะนำ ให้เปลี่ยน molecular sieve ก่อนที่จะเริ่มการทดลอง)

5.11 การหาค่า Induction period

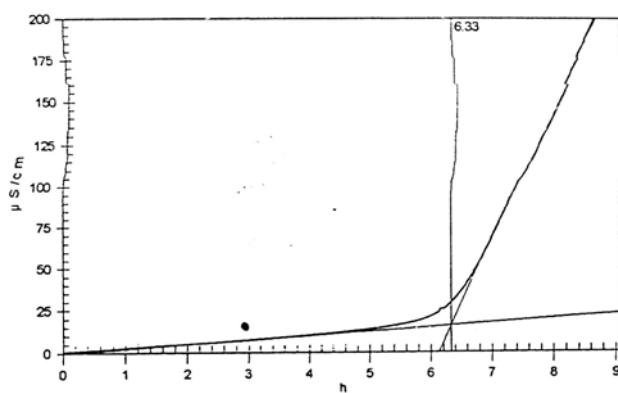
A. Manual Calculation ให้พิจารณา conductivity curve โดยทำการลากเส้นขนานกับจุดแรกที่ conductivity curve เริ่มเปลี่ยนแปลงในลักษณะเพิ่มขึ้น และลากเส้นขนานกราฟอีกเส้นหนึ่งบริเวณด้านบนของกราฟที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วให้ไปตัดกับแกน x (แกนของเวลา) จะได้จุดตัดของเส้นตัดทั้งสองซึ่งก็คือค่า induction period นั่นเอง ตัวอย่างของการลากกราฟเป็นดังภาพที่ ก-5.3

B. Automatic Calculation เครื่องมือจะทำการหาค่าโดยใช้ค่าที่สูงที่สุดของอนุพันธ์อันดับที่สอง เป็นดังภาพที่ ก-5.4

ภาพที่ ก-5.2 อุปกรณ์ที่ในส่วนให้ความร้อน (Heating block), reaction vessel,
และ measurement cell
[BS EN 14112]



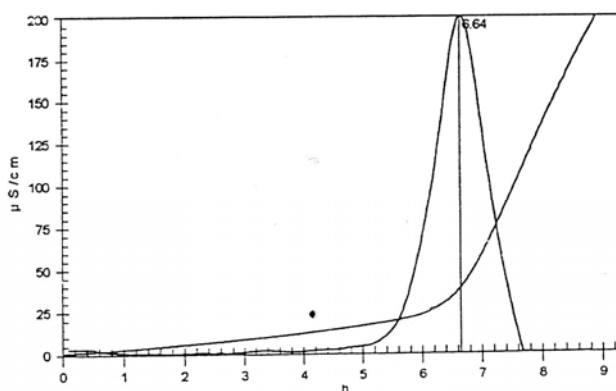
ภาพที่ ก-5.3 ตัวอย่างการหาค่า Induction period จาก conductivity curve ด้วย Manual calculation
[BS EN 14112]



ภาพที่ ก-5.4 ตัวอย่างการหาค่า Induction period จาก conductivity curve ด้วย

Automatic calculation

[BS EN 14112]



ก-6 การหาปริมาณองค์ประกอบของเอสเทอร์ และเมทิลเอสเทอร์ของกรดลิโนลินิก; BS EN 14103: 2003 (มาตรฐานสำหรับเมทิลเอสเทอร์ต้องมากกว่าร้อยละ 96.5 โดยน้ำหนัก)

สารเคมี และอุปกรณ์

- Heptane
- Methyl heptadecanoate of known purity (99 % minimum)
- Methyl heptadecanoate, ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมโดยชั่ง Methyl heptadecanoate มา 500 มิลลิกรัมแล้วเติมลงไป ใน volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร (ใช้ Heptane เติมให้ถึงขีดปริมาตร)
- Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร
- Pipette ขนาด 5 มิลลิลิตร (accurate to 0.02 ml)

วิธีการทดลอง

6.1 Conditions ต่าง ๆ สำหรับเครื่อง Gas Chromatography มีดังนี้

Capillary column – ความยาว 30 เมตร

-เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.32 มิลลิเมตร

-Film thickness 0.25 μm

Variable flow split injector – split flow rate 20 ถึง 100 มิลลิลิตรต่อนาที

- อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส

Carrier gas: Hydrogen or Helium– ความดัน 30 ถึง 100 kPa

- flow 1 ถึง 2 มิลลิลิตรต่อนาที (ขึ้นอยู่กับชนิดของคอลัมน์ที่ใช้)

Flame ionization detector – อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส

Oven – อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส

6.2 การเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบ

ชั่งตัวอย่างหนัก 250 มิลลิกรัม ลงใน Vial ขนาด 10 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย

methyl heptadecanoate ปริมาณ 5 มิลลิลิตร

6.3 คำนวณปริมาณเอสเทอร์ได้จาก

6.3.1 การหาค่า *ester content*: C [mass fraction in percent] สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4

$$C = \frac{(\sum A) - A_{\text{EI}}}{A_{\text{EI}}} \times \frac{C_{\text{EI}} \times V_{\text{EI}}}{m} \times 100\% \quad (4)$$

เมื่อ $\sum A$ คือ พื้นที่ใต้กราฟทั้งหมดตั้งแต่ C 14 ถึง C 24: 1

A_{EI} คือ พื้นที่ใต้กราฟของ Methyl heptadecanoate

C_{EI} คือ ความเข้มข้นของสารละลาย Methyl heptadecanoate ที่ใช้, mg / ml

V_{EI} คือ ปริมาตรของสารละลาย Methyl heptadecanoate ที่ใช้, ml

m คือ น้ำหนักของตัวอย่าง, mg

6.3.2 การหาปริมาณ *Linolenic acid Methyl ester*: L [mass fraction in percent]

สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5

$$L = \frac{A_L}{(\sum A) - A_{EI}} \times 100\% \quad (5)$$

เมื่อ $\sum A$ คือ พื้นที่ใต้กราฟทั้งหมดตั้งแต่ C 14 ถึง C 24: 1

A_{EI} คือ พื้นที่ใต้กราฟของ Methyl heptadecanoate

A_L คือ พื้นที่ใต้กราฟของ Linolenic Methyl ester

6.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง GC 8000 Series ซึ่งแสดงในภาพที่ ก-6 .1เป็นดังนี้

6.4.1 เปิดวาล์วถังก๊าซ Carrier gas Air และ ไฮโดรเจน โดย carrier gas ที่ใช้ในที่นี้คือ ไนโตรเจน

6.4.2 เปิด main switch ที่อยู่ด้านหลังเครื่อง แล้วเปิด switch ที่ด้านหน้าเครื่อง ไฟที่หน้าจอเครื่องจะติด

6.4.3 ปรับความดัน Carrier gas Air และ ไฮโดรเจน ที่จะให้เข้ามาในเครื่อง

ในที่นี้ใช้ ความดัน Carrier gas 50 kPa

ความดัน Air 100 kPa

ความดันไฮโดรเจน 90 kPa

6.4.4 ปรับ flow split top และ split bottom ดังนี้

split top 5 ml/min

split bottom 240 ml/min

6.4.5 เปิด Heater ในเครื่อง กด ZONE POWER ค้างไว้ แล้วกด EXEC ไฟที่หัวมุมของปุ่มจะติดจากนั้นกด OVEN POWER ค้างไว้ แล้วกด EXEC ไฟที่หัวมุมของปุ่มจะติด

6.4.6 ตั้งอุณหภูมิที่ injector (zone 2) และ detector (zone 3) โดย

Injector - กด ZONE 2 แล้วกดตัวเลขอุณหภูมิ ในที่นี้คือ 250 °C แล้วกด ENTER

Detector- กด ZONE 3 แล้วกดตัวเลขอุณหภูมิ ในที่นี้คือ 330 °C แล้วกด ENTER

6.4.7 ตั้งอุณหภูมิภายใน column โดยในที่นี้จะตั้งเป็น temperature program ดังนี้

6.4.7.1 กด TEMP 1 ตั้งอุณหภูมิ 160 °C

6.4.7.2 กด TIME1 ตั้งเวลา 2 min

6.4.7.3 กด RATE 1 ตั้ง rate ที่ 3.0 K/min

6.4.7.4	กด TEMP 2	ตั้งอุณหภูมิ	180 °C
6.4.7.5	กด TIME 2	ตั้งเวลา	4 min
6.4.7.6	กด RATE 2	ตั้ง rate ที่	10.0 K/min
6.4.7.7	กด TEMP 3	ตั้งอุณหภูมิ	240 °C
6.4.7.8	กด TIME 3	ตั้งเวลา	5 min
6.4.7.9	กด RATE 3	ตั้ง rate ที่	4.0 K/min
6.4.7.10	กด TEMP 4	ตั้งอุณหภูมิ	360 °C
6.4.7.11	กด TIME 4	ตั้งเวลา	5 min

6.4.8 รอให้อุณหภูมิเกิน 150°C แล้วกด ignite (รูปเปลวไฟ) ค้างไว้จนกระทั่งได้ยินเสียงดัง

6.4.9 รอให้สัญญาณไฟ sampling ทำงาน

6.4.10 กด Zero เพื่อให้กราฟเข้าใกล้ 0 mV

6.4.11 ฉีด sample เข้าที่ด้าน injector

6.4.12 กด start แล้วรอดูผลการวิเคราะห์ด้วยซอฟต์แวร์ CHROMCAD



ภาพที่ ก-6.1 เครื่อง GC 8000 Series