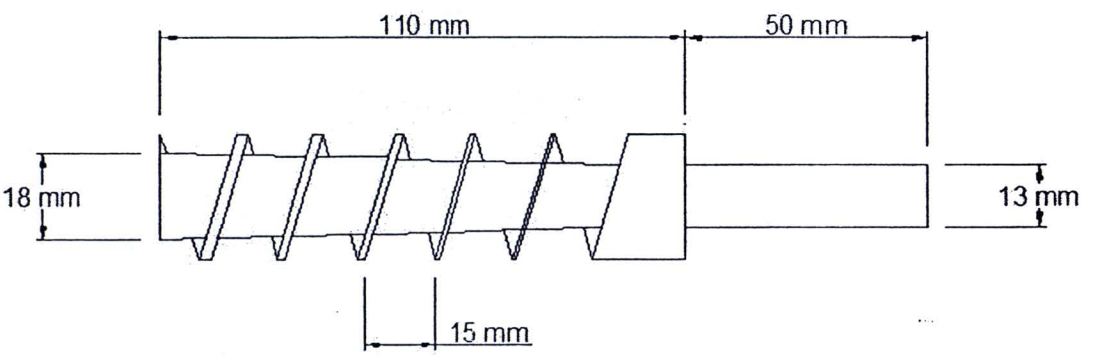
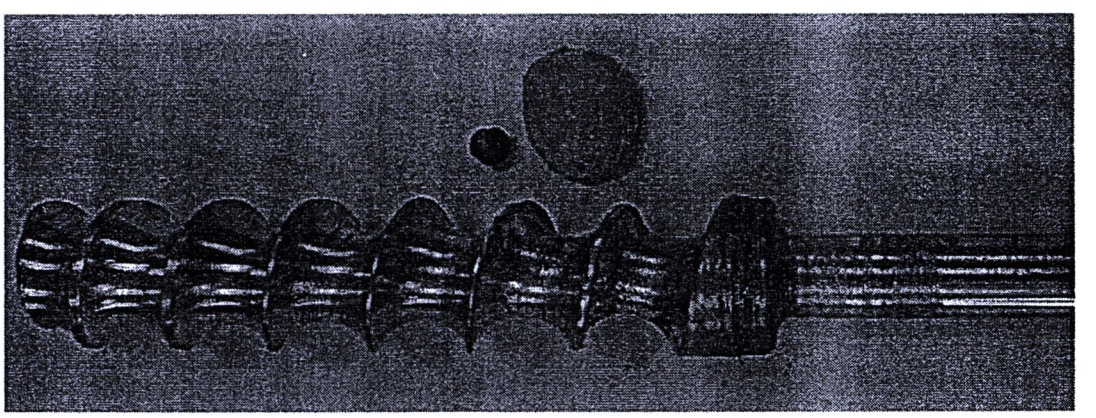
บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1 เครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัดที่ใช้ในงานวิจัยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

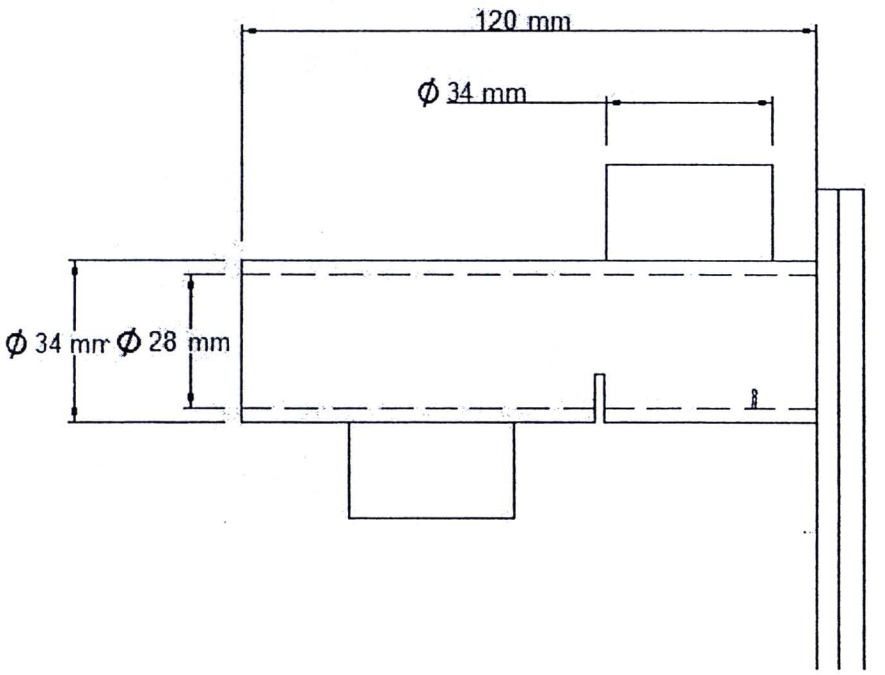
(1) สกรูอัด มีลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนเพิ่มขึ้นจาก 13 มิลลิเมตร ถึง 18 มิลลิเมตร สกรูอัดมีความยาวของสกรู 110 มิลลิเมตร มีระยะพิทช์คงที่คือ 15 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.1

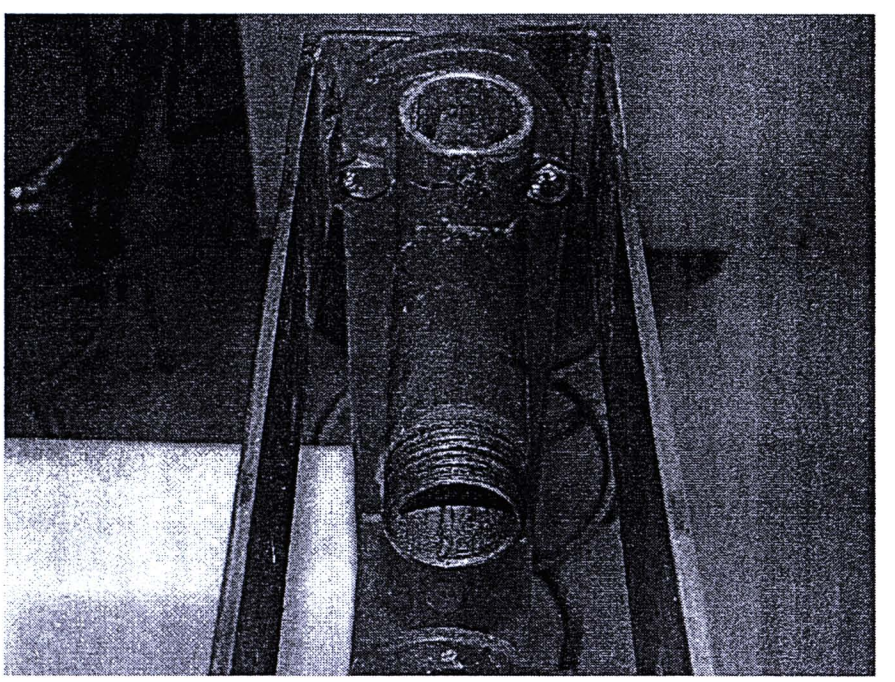




รูปที่ 3.1 ลักษณะของสกรูอัดที่ใช้ในการทดสอบ

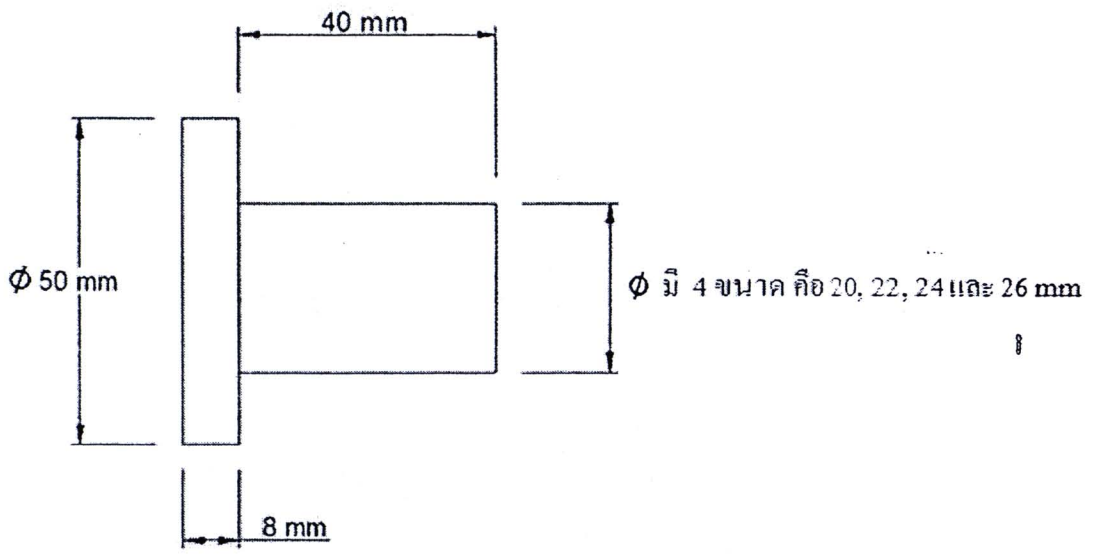
(2) กระบอกอัด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 28 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 34 มิลลเมตร ดังรูปที่ 3.2

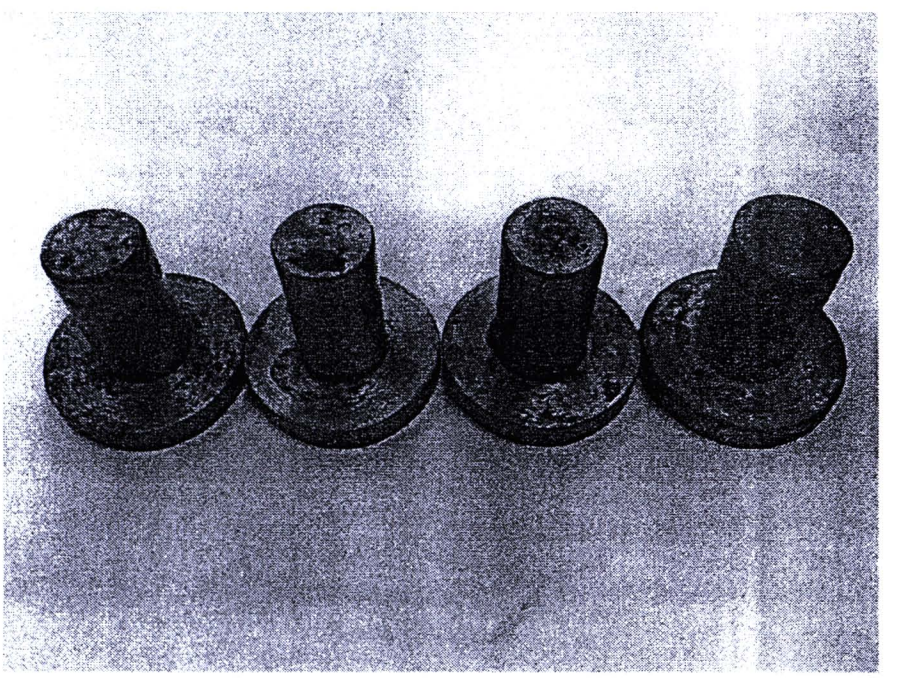




รูปที่ 3.2 ลักษณะของกระบอกอัดที่ใช้ในการทดสอบ

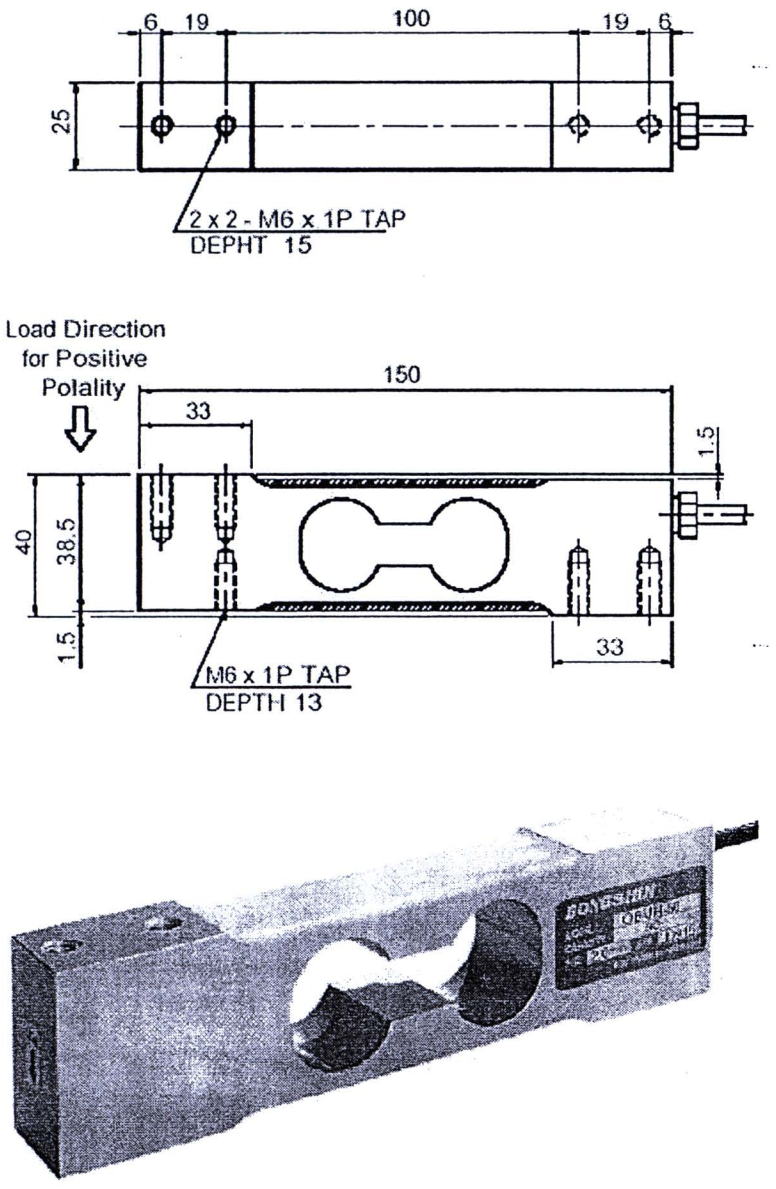
(3) หัวรับแรงอัดที่ใช้ในการทดสอบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ขนาด คือ 20, 22, 24 และ 26 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.3





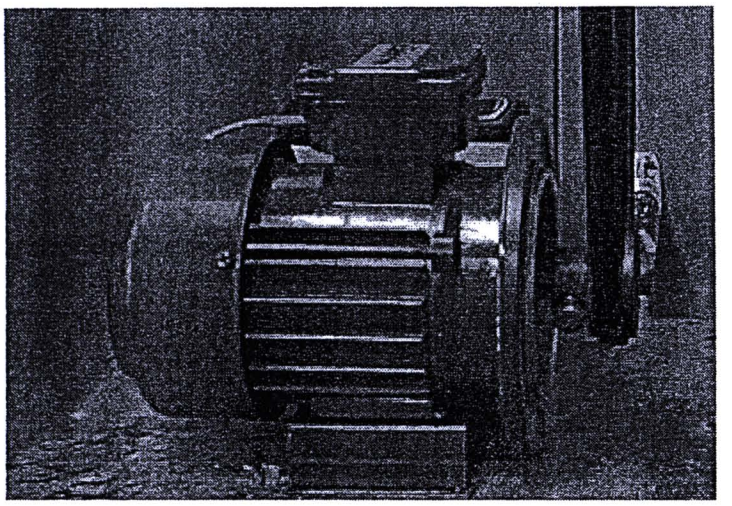
รูปที่ 3.3 ลักษณะของหัวรับแรงอัดที่ใช้ในการทดสอบ

(4) โหลดเซลล์ เลือกใช้ชนิด Beam type load cell ทำหน้าที่รับแรงจากหัวรับแรงอัด ดังรูปที่ 3.4



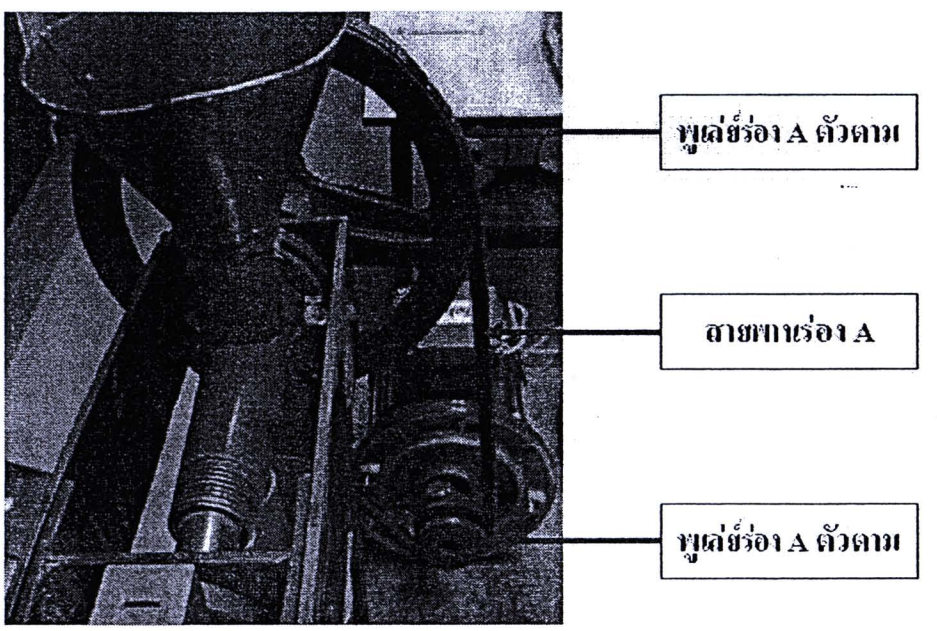
รูปที่ 3.4 ลักษณะของโหลดเซลล์ที่ใช้ในการทดสอบ (สมชาย รุ่งจิรกาล, 2547)

(5) มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟส ขนาด 1/4 แรงม้า ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ

(6) ชุดพูเล่ย์และสายพาน ในงานวิจัยนี้ใช้พูเลย์ร่อง A พูเล่ย์ตัวขับมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร พูเล่ย์ตัวตามมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร ส่วนสายพานที่ใช้ส่งกำลังเป็นสายพานร่อง A ยาว 36 นิ้ว ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ชุดพูเล่ย์และสายพานที่ใช้ในการทดสอบ

(7) อินเวอร์เตอร์ เป็นเครื่องควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ สามารถปรับใช้กับมอเตอร์ขนาด 1/4 ถึง 1 แรงม้าดังรูปที่ 3.7

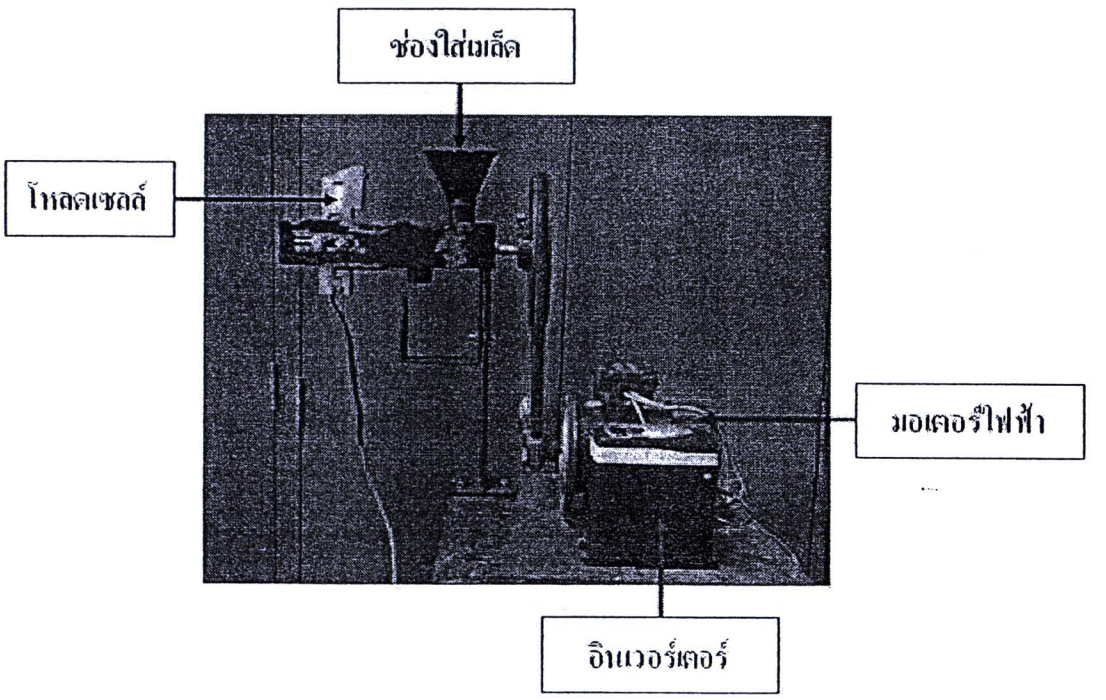
รูปที่ 3.7 อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในการทดสอบ

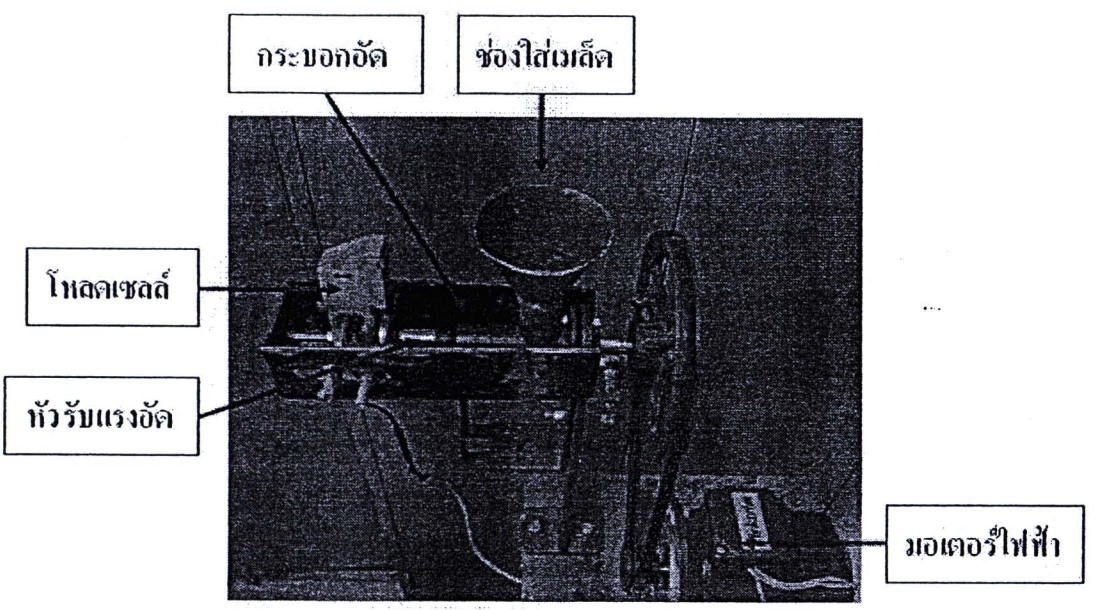
เครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัดทำงานโดยใช้สกรูอัดลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนเพิ่มขึ้นจาก 13 มิลลิเมตร ถึง 18 มิลลิเมตร สกรูอัดมีความยาวของสกรู 110 มิลลิเมตร มีระยะพิทช์คงที่คือ 15 มิลลิเมตรดังแสดงในรูปที่ 3.1 รับกำลังขับมาจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/4 แรงม้า และปรับความเร็วรอบด้วยอินเวอร์เตอร์ผ่านชุดพูเล่ย์ ความเร็วรอบที่ใช้ในการหีบน้ำมัน คือ 20, 30, 40, 50, 60 และ 70 รอบต่อนาที ช่องคายกากที่ใช้ในการทดสอบออกแบบให้มีลักษณะเป็นรูปวงแหวน ซึ่งช่องคายกากรูปวงแหวนคือช่องว่างหรือระยะห่างในแนวรัศมีระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในกระบอกอัดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวรับแรงอัดดังแสดงในรูปที่ 3.9 โดยงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้หัวรับแรงอัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ขนาด คือ 20, 22, 24 และ 26 มิลลิเมตร ยกตัวอย่างขนาดช่องคายกาก 1 มิลลิเมตร คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของกระบอกอัดมีขนาด 28 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวรับแรงอัดมีขนาด 26 มิลลิเมตร เมื่อทำการติดตั้งหัวรับแรงอัดเข้ากับกระบอกอัด ก็จะมีช่องว่างหรือระยะห่างระหว่างกระบอกอัดกับหัวรับแรงอัดเป็นรูปวงแหวน ซึ่งจะมีขนาด 1 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.9 โดยขนาดช่องคายของกากที่ทำการทดสอบมี 4 ขนาด คือ 1, 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร และมีการวัดแรงดันในการบีบอัด โดยออกแบบให้

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

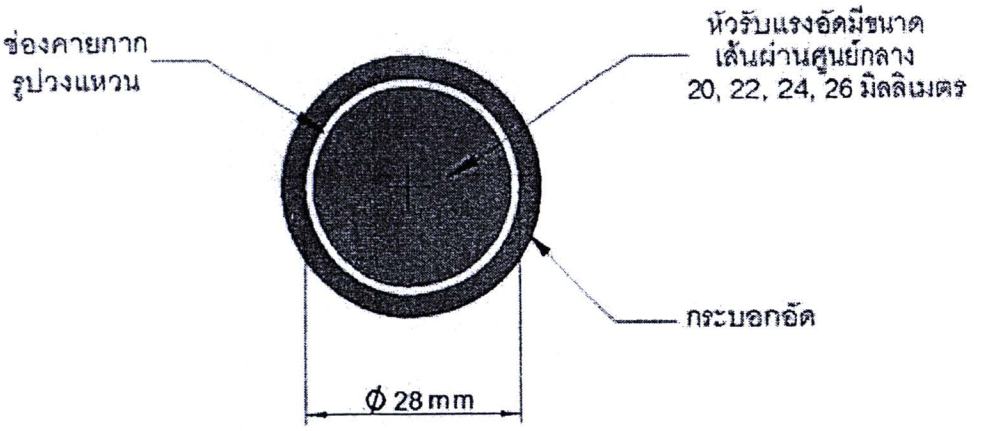
โหลดเซลล์ (Load cell) ชนิด Beam type load cell รับแรงอัดจากหัวรับแรงอัดที่อยู่บริเวณส่วนปลายของกระบอกอัด เพื่อนำค่าแรงที่ได้ไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันในกระบอกอัดกับช่องคายกาก

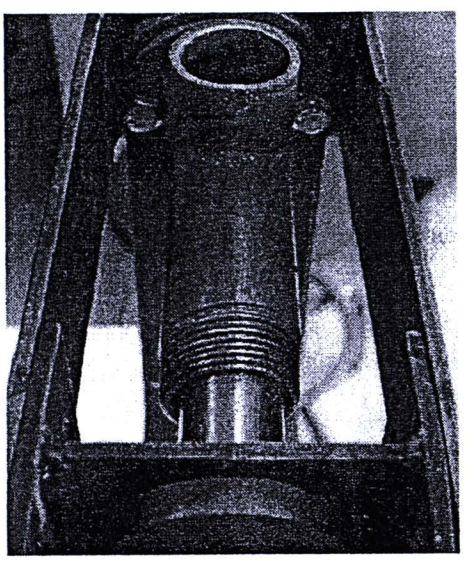
สำหรับแบบเครื่องหีบน้ำมันสามารถศึกษาต่อได้ที่ภาคผนวก ค

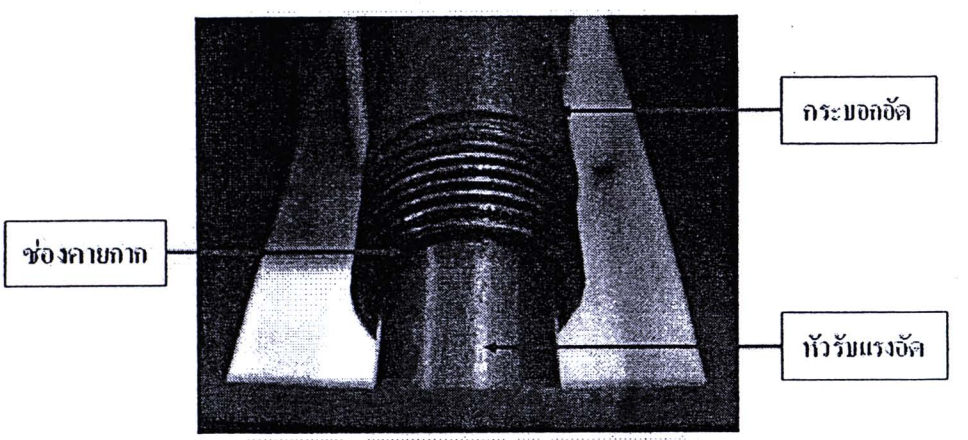




รูปที่ 3.8 เครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัด

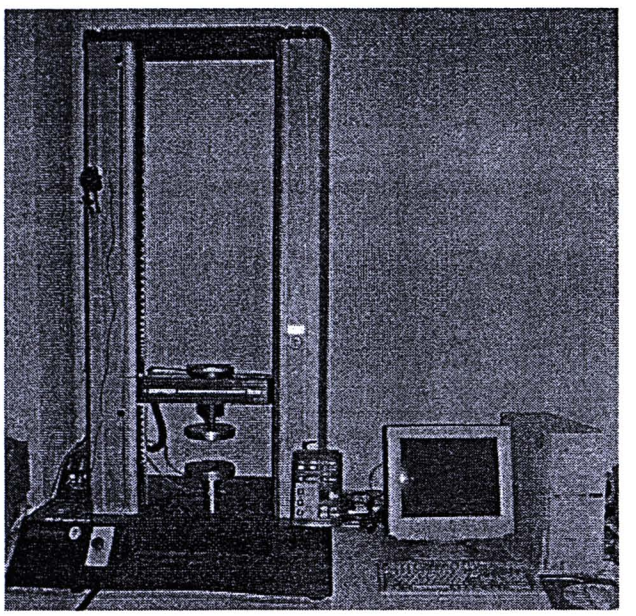






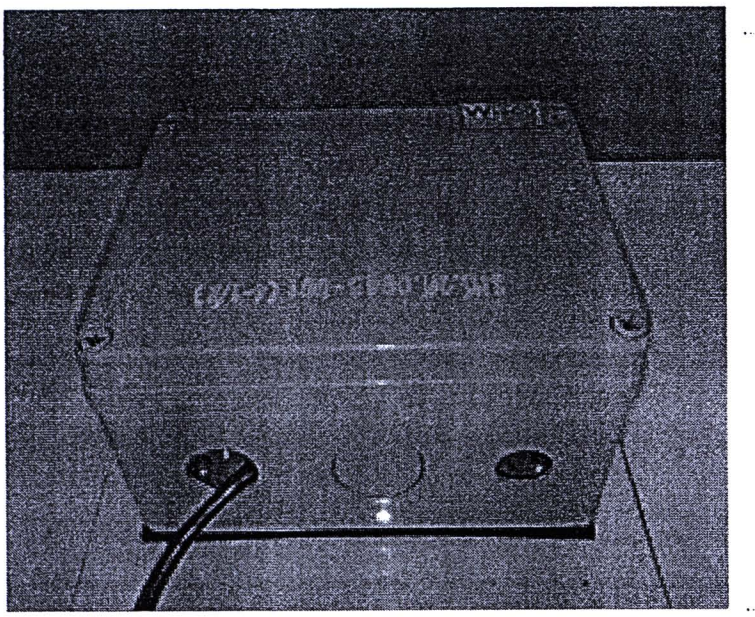
รูปที่ 3.9 ช่องคายกากมีลักษณะเป็นรูปวงแหวน

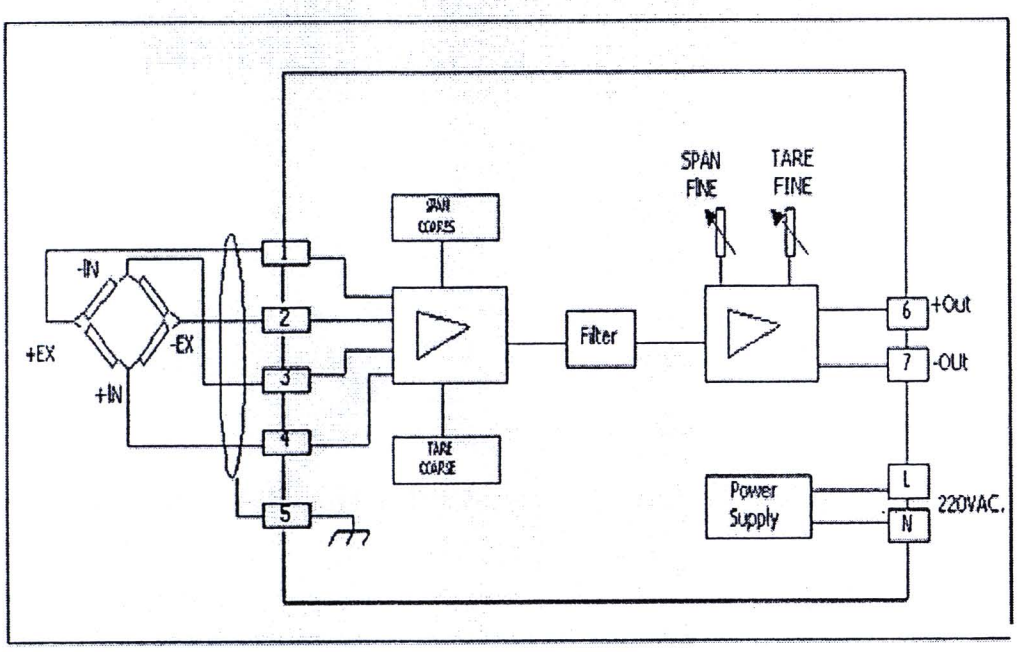
3.1.2 เครื่อง Universal Testing Machine ยี่ห้อ Instron รุ่น 5566 สำหรับปรับเทียบแรงให้กับเครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัด ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 เครื่อง Universal Testing Machine

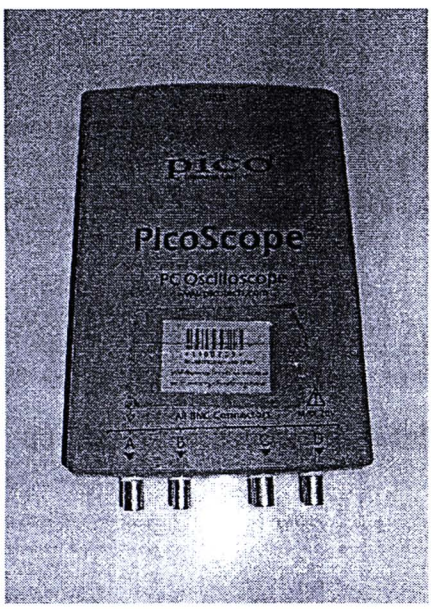
3.1.3 อุปกรณ์ขยายสัญญาณ ยี่ห้อ Wisco รุ่น WT95 ทำหน้าที่ขยายสัญญาณจากเครื่องทดสอบแรงกด สามารถใช้งานได้กับโหลดเซลล์ที่มีค่า Rate Output ได้ตั้งแต่ 0.4 mV ถึง 3 mV/V รับสัญญาณเข้าได้ทั้งสัญญาณดิจิตอล (Digital) และสัญญาณอนาล็อก (Analog) ทำงานโดยใช้ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ท จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ กระตุ้นโหลดเซลล์ แล้วปรับขยายสัญญาณไปเป็นไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 0 ถึง10โวลต์ (สมชาย รุ่งจิรกาล, 2554) ดังรูปที่ 3.11





รูปที่ 3.11 อุปกรณ์ขยายสัญญาณ

3.1.4 ดิจิตอลออสซิลโลสโคป ยี่ห้อ Pico รุ่น 3000 ทำหน้าที่แสดงผลกราฟระหว่างเวลากับแรงเคลื่อนไฟฟ้า โดยจะรับสัญญาณมาจากอุปกรณ์ขยายสัญญาณแล้วแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ดิจิตอลออสซิลโลสโคป

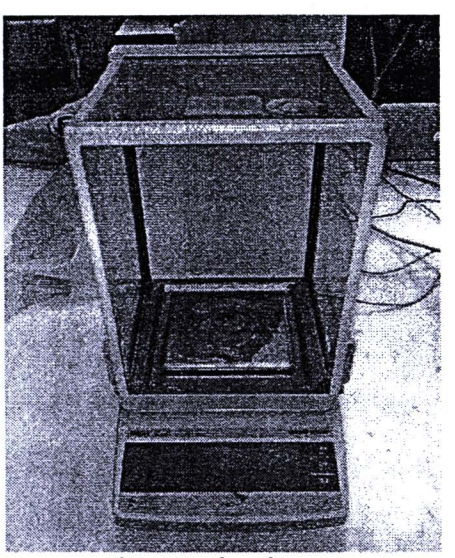
3.1.5 คอมพิวเตอร์ Notebook ทำหน้าที่เก็บข้อมูลกราฟเวลากับแรงเคลื่อนไฟฟ้า ที่ต่อมาจาก ดิจิตอลออสซิลโลสโคป มาบันทึกเพื่อวิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป ดังรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 คอมพิวเตอร์บันทึกผล

3.1.6 ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ WTB Binder ใช้ไฟฟ้าขนาด 220 V สามารถตั้งเวลาในการทำงานได้ ตั้งอุณหภูมิ ได้ทั้งองศาเซลเซียส และองศาฟาเรนไฮต์ ดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 ตู้อบลมร้อน

3.1.7 เครื่องชั่งดิจิตอล ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น PG 503-5 เป็นเครื่องชั่งที่มีระบบป้องกันการชั่งน้ำหนักเกิน มีความละเอียดการชั่งได้ 2 จุดทศนิยม สามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 510 กรัม สามารถต่อกับเครื่องพิมพ์ได้ ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.16 เครื่องชั่งดิจิตอล

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลหลักการทำงานของเครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัดจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาศักยภาพของเครื่องหีบน้ำมันให้ดีขึ้นและเหมาะสมสำหรับเมล็ดพืชน้ำมันที่ใช้ในการทดสอบ

2) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดมะแตก และมะเยาหิน และทำการทดสอบหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

(1) การหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (Geometric mean diameter)

(2) การหาค่าความหนาแน่นรวม (Bulk Density)

(3) การหาค่าความชื้น (Moisture content)

3) ออกแบบช่องคายกาก โดยในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้ช่องคายกากเป็นรูปวงแหวน ซึ่งรูปวงแหวนจะเป็นช่องทางออกของกาก (ช่องว่างระหว่างกระบอกอัดกับหัวรับแรงอัด) มีขนาดช่องคายของกากเท่ากับ 1, 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร ตามลำดับ

4) ออกแบบให้อุปกรณ์วัดแรงดันในการบีบอัดติดตั้งกับส่วนปลายของกระบอกอัด และสามารถถอดประกอบได้ง่าย

5) ออกแบบให้เครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัดรับกำลังขับมาจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/4 HP และปรับความเร็วรอบด้วยอินเวอร์เตอร์ผ่านชุดพูเล่ย์

6) วางแผนการทดสอบโดยกำหนดปัจจัยที่ทำการทดสอบ 2 ปัจจัย คือ

(1) ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบคือ 20, 30, 40, 50, 60 และ 70 รอบต่อนาที

(2) ขนาดของช่องคายกากที่ใช้ในการทดสอบคือ 1, 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร

7) ทดสอบและรวบรวมข้อมูล

8) วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดมะแตกและเมล็ดมะเยาหินที่มีผลต่อแรงดันในกระบอกอัดอัดของเครื่องหีบน้ำมัน รวมไปถึงวิเคราะห์หาความเหมาะสมของช่องคายกากสำหรับเมล็ดพืชน้ำมันที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ได้แก่ ปริมาณเมล็ดพืชที่ใช้ทดสอบ ปริมาณกากเมล็ดพืชน้ำมัน ปริมาณน้ำมันที่ได้จากการหีบ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดก่อนการหีบ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของกาก ความเร็วรอบในการหีบน้ำมัน และแรงดันที่ในกระบอกอัด

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

3.3 วิธีการทดสอบ

1) การทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดพืชน้ำมัน

คุณสมบัติเชิงกายภาพของเมล็ดพืชน้ำมันมีความสำคัญต่อการนำเมล็ดพืชไปใช้งาน และยังเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการกำหนดวิธีการหีบน้ำมัน รวมไปถึงการออกแบบเครื่องหีบน้ำมัน

การทดสอบในห้องปฏิบัติการ ได้ทำการทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดพืชน้ำมัน 2 ชนิด คือ มะแตก และ มะเยาหิน โดยมีการทดสอบดังนี้

(1) การหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (Geometric mean diameter)

(2) การหาค่าความหนาแน่นรวม (Bulk Density)

(3) การหาค่าความชื้น (Moisture content)

ขั้นตอนการทดสอบ

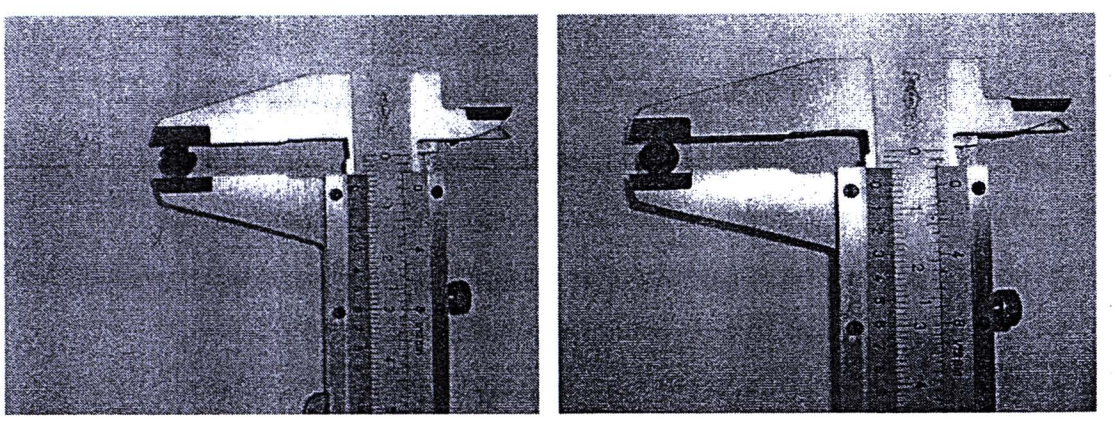
1.1) การหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (Geometric mean diameter)

(1) สุ่มเมล็ดมะแตกที่ไม่แตกหักจากกองตัวอย่างมา 10 เมล็ด ส่วนเมล็ดมะเยาหินจะต้องบดพอหยาบแล้วจึงทำการสุ่มเมล็ด เนื่องจากใช้เมล็ดที่ผ่านการบดในการทดสอบ

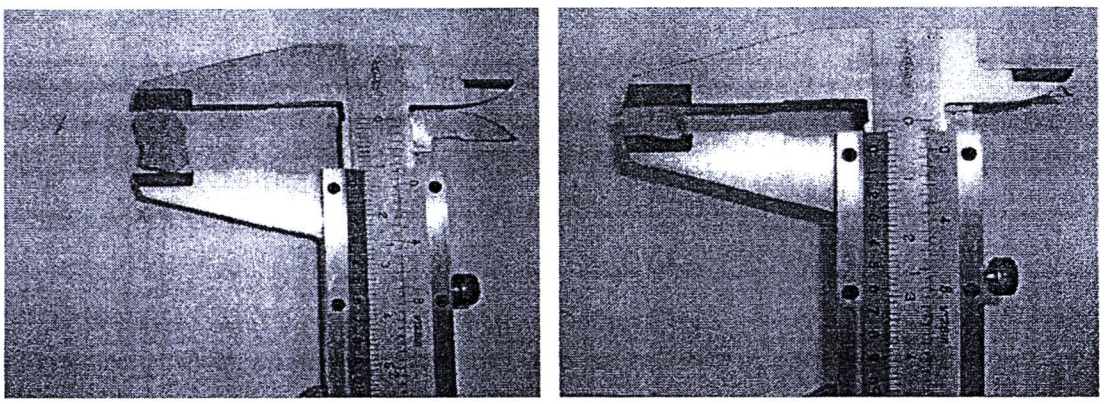
(2) ใช้เวอร์เนียร์วัด ความยาว ความกว้าง ความหนาของเมล็ดพืชที่สุ่มมาทั้งหมด

(3) คำนวณค่าเฉลี่ย ความกว้าง ความยาว ความหนาที่วัดได้ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยโดยใช้สมการ Geometric mean diameter = $(\text{width} \times \text{length} \times \text{thickness})^{1/3}$

(4) บันทึกผลการทดสอบ



รูปที่ 3.16 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเมล็ดมะแตก



รูปที่ 3.17 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเมล็ดมะเยาหิน

1.2) การหาค่าความหนาแน่นรวม (Bulk Density)

(1) ตวงตัวอย่างเมล็ดพืชน้ำมันมาจำนวน 1 ลิตร

(2) ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างเมล็ดพืชที่ตวงได้ แล้วคำนวณหาค่าความหนาแน่นรวม

(3) ทำซ้ำตามข้อ (1) ถึง (2) อีก 4 ครั้ง

(4) บันทึกผลการทดสอบ

รูปที่ 3.18 วัดความหนาแน่นรวมเมล็ดมะแตก

รูปที่ 3.19 วัดความหนาแน่นรวมเมล็ดมะเยาหิน

1.3) การหาค่าความชื้น

(1) ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม

(2) ใส่ในภาชนะอลูมิเนียม ซึ่งผ่านการอบ 30 นาที และทราบน้ำหนักที่แน่นอน

(3) อบให้แห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

(4) นำภาชนะออกจากตู้อบลมร้อน และทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง

(5) ชั่งน้ำหนัก และนำไปอบซ้ำเป็นเวลา 30 นาที จนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่

(6) นำผลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณความชื้นดังนี้

(7) บันทึกผลการทดสอบ

2) การทดสอบหีบน้ำมันด้วยเครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัด

ในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืชบางชนิด อาจจำเป็นต้องให้ความร้อนแก่เมล็ดพืชก่อน เพื่อให้เซลล์ของพืชขยายตัวและลดความหนืดของน้ำมัน ทำให้สามารถสกัดน้ำมันได้ในปริมาณที่มากขึ้นและใช้แรงในการบีบอัดน้อยลง การทดสอบนี้ได้อบให้ความร้อนแก่เมล็ดมะเยาหิน ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำไปหีบน้ำมัน และเนื่องจากเมล็ดมะเยาหินมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของร่องเกลียวอัด (ร่องเกลียวมีขนาด 15 มิลลิเมตร) จึงต้องบดให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำไปอบและหีบน้ำมันต่อไป ส่วนเมล็ดมะแตกไม่ต้องผ่านการบดและอบ (สัมพันธ์ไชยเทพ และคณะ, 2553)

ขั้นตอนการทดสอบ

(1) เตรียมเมล็ดพืชน้ำมันจำนวน 200 กรัม

(2) สำหรับเมล็ดมะเยาหินให้ทำการบดพอหยาบ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำไปหีบน้ำมัน ส่วนเมล็ดมะเยาหินไม่ต้องผ่านการบดและอบ

(3) นำเมล็ดพืชไปหีบน้ำมันด้วยเครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัด ขณะที่ทำการทดสอบหีบน้ำมันจะต้องมีการให้ความร้อนแก่กระบอกอัด (ในงานวิจัยนี้ใช้เทียนเป็นตัวให้ความร้อนแก่กระบอกอัด) เพื่อลดความหนืดของน้ำมัน ทำให้สามารถหีบน้ำมันออกมาได้ง่าย

(4) นำกากที่ได้จากการหีบน้ำมันไปวัดหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น

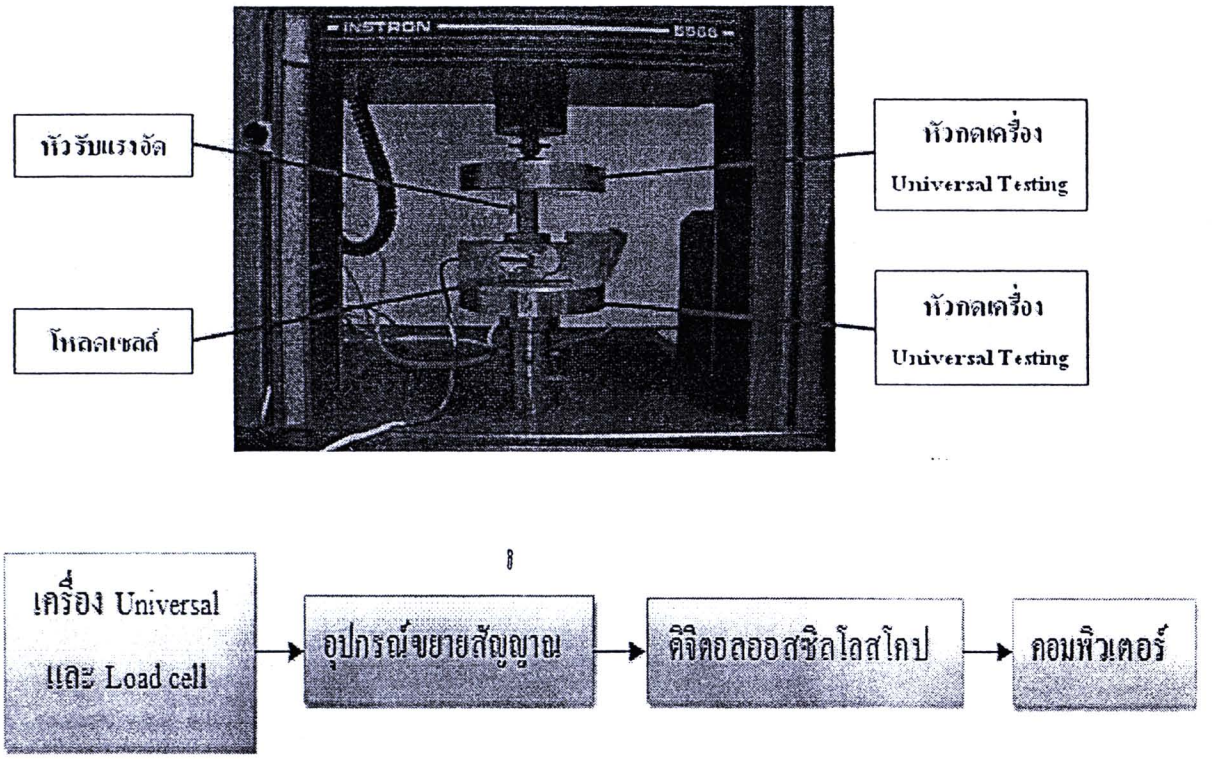
(5) บันทึกผลการทดสอบ

3) การปรับเทียบแรงจากเครื่องทดสอบแรงกดกับแรงมาตรฐานจากเครื่อง Universal Testing Machine

หาความสัมพันธ์ระหว่างแรง (N) จากเครื่อง Universal Testing Machine กับแรงดันไฟฟ้า (mV) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่โหลดเซลล์ของเครื่องทดสอบแรงกระแทก (สมชาย รุ่งจิรกาล, 2554)

ขั้นตอนการทดสอบ

(1) นำโหลดเซลล์ วางบนแท่นรับหัวกดของเครื่อง Universal Testing Machine โดยให้หัวรับแรงอัดวางอยู่บนโหลดเซลล์ และวางอยู่ระหว่างกลางของหัวกดและแท่นรับของเครื่อง Universal Testing Machine แล้วต่ออุปกรณ์ขยายสัญญาณ ดิจิตอลออสซิลโลสโคป และคอมพิวเตอร์แสดงผล ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การปรับเทียบระหว่างแรง (N) ของเครื่อง Universal Testing Machine และแรงดันไฟฟ้า (mV) จากโหลดเซลล์ของเครื่องทดสอบแรงกด

(2) ทำการทดลองโดยให้หัวกดเครื่อง Universal Testing Machine กดลงมาที่โหลดเซลล์ด้วยความเร็ว 0.1 mm/min นำกราฟเวลาเป็นวินาทีและแรงกดของเครื่อง Universal Testing Machine มาหาความสัมพันธ์กับ กราฟเวลาเป็นวินาทีและค่าแรงดันไฟฟ้าของชุดทดสอบแรงกระแทก

(3) บันทึกค่าแรงที่ใช้กด (N) และ แรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง (mV)

(4) นำค่าที่บันทึกจากเครื่อง Universal Testing Machine ไปปรับเทียบกับค่าที่บันทึกได้จากการหีบน้ำมัน

(5) คำนวณหาแรงดัน, P (MPa) ของเครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัดต่อไป