บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสบู่ดำ

2.1.1 สบู่ดำ (ศูนย์ส่งเสริมวิศวกรรมเกษตรที่ 1 จังหวัดชัยนาท,2552)

สบู่ดำ (วิทยาศาสตร์:Jatropha Curcas Linn.) เป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่ง น้ำมันที่ได้จากเมล็ดสบู่ดำ สามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลที่เกษตรกรใช้อยู่ได้ โดยไม่ต้องใช้น้ำมันชนิดอื่นผสมอีก ใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรค ใช้ปลูกเป็นแนวรั้ว เพื่อป้องกันสัตว์เลี้ยงเข้าทำลายผลผลิต เนื่องจากมีสารพิษ Hydrocyanic มีกลิ่นเหม็นเขียว สบู่ดำจึงเป็นพืชที่น่าให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่งในสภาวะที่ราคาน้ำมันดีเซลมีราคาสูงอย่างในปัจจุบัน สบู่ดำมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Jatropha Curcas Linn. อยู่ในวงศ์ไม้ยางพารา ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ ชาวโปรตุเกสนำเข้ามาปลูกในประเทศไทย ในช่วงปลายสมัยกรุงศรีอยุธยา เพื่อนำมาบีบน้ำมันสำหรับทำสบู่ ปัจจุบันสบู่ดำมีปลูกอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น ภาคเหนือเรียกว่ามะหุ่งฮั้ว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่ามะเยาหรือสีหลอด ภาคใต้เรียกว่ามาเดาะ

2.1.2 ลักษณะทั่วไป

เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง ความสูง 2-7 เมตร อายุยืนไม่น้อยกว่า 20 ปี ลำต้นและยอดคล้ายละหุ่ง แต่ไม่มีขน อยู่ในวงศ์ไม้ยางพารา เมื่อหักลำต้น ส่วนยอดหรือส่วนก้านใบจะมียางสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนมไหลออกมา มีกลิ่นเหม็นเขียว

รูปที่ 2.1 ลักษณะทั่วไปของต้นสบู่ดำ

(ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมวิศวกรรมเกษตรที่ 1 จังหวัดชัยนาท,2552)

2.1.3 ส่วนประกอบของต้นสบู่ดำ

ต้นสบู่ดำ เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง ความสูง 2-7 เมตร อายุยืนไม่น้อยกว่า 20 ปี ลำต้นและยอดคล้ายละหุ่ง แต่ไม่มีขน ลำต้นเกลี้ยงเกลาใช้มือหักได้ง่ายเพราะเนื้อไม้ไม่มีแก่น ใบหยักคล้ายใบละหุ่งแต่หยักตื้นกว่า มี 4 หยัก

รูปที่ 2.2 ลักษณะลำต้นสบู่ดำ

(ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมวิศวกรรมเกษตรที่ 1 จังหวัดชัยนาท,2552)

ดอกสบู่ดำ ดอกสบู่ดำเป็นช่อกระจุกที่ข้อส่วนปลายยอด ขนาดเล็กสีเหลือง มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ มีดอกตัวผู้มากกว่าดอกตัวเมียในช่อเดียวกัน

รูปที่ 2.3 ลักษณะดอกสบู่ดำ

(ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมวิศวกรรมเกษตรที่ 1 จังหวัดชัยนาท,2552)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลสบู่ดำ ผลมีลักษณะเป็นพู โดยส่วนมากจะมี 3 พู สีเขียวอ่อน เวลาสุกแก่จัดจะมีสีเหลือง อายุของผลสบู่ดำตั้งแต่ออกดอกถึงผลแก่ ประมาณ 60 – 90 วัน

รูปที่ 2.4 ลักษณะผลสบู่ดำ

(ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมวิศวกรรมเกษตรที่ 1 จังหวัดชัยนาท,2552)

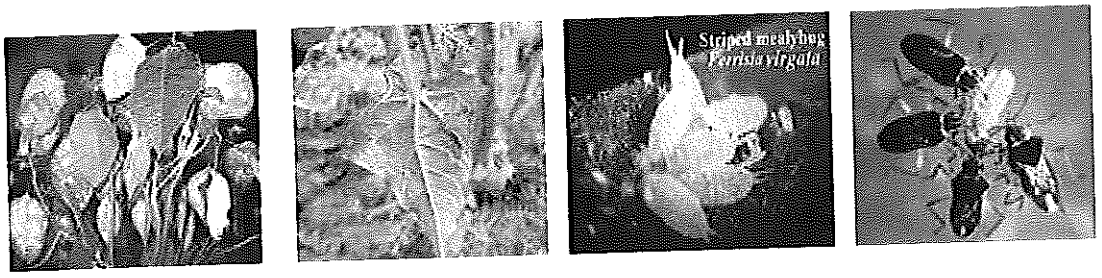
เมล็ดสบู่ดำ เมล็ดมีสีดำ ขนาดเล็กกว่าเมล็ดละหุ่งพันธุ์ลายขาวดำเล็กน้อย สีตรงปลายเมล็ดมีจุดสีขาวเล็ก ๆ ติดอยู่ ความยาวประมาณ 1.7 – 1.9 เซนติเมตร หนาประมาณ 0.8 – 0.9 เซนติเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 69.8 กรัม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 2.5 เมล็ดสบู่ดำ

(ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมวิศวกรรมเกษตรที่ 1 จังหวัดชัยนาท,2552)

แมลงที่เข้าทำลายต้นสบู่ดำ ไรขาว เป็นศัตรูอันดับ 1 ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรง เพลี้ยไฟ เพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง เพลี้ยจักจั่น



รูปที่ 2.6 แมลงที่เข้าทำลายต้นสบู่ดำ

(ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมวิศวกรรมเกษตรที่ 1 จังหวัดชัยนาท,2552)

2.2 การขยายพันธุ์สบู่ดำ

การขยายพันธุ์สบู่ดำสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1. เพาะเมล็ด เมล็ดสบู่ดำไม่มีระยะพักตัว สามารถเพาะในถุงเพาะหรือกระบะทรายก็ได้อายุประมาณ 2 เดือนจึงนำไปปลูก สำหรับต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ด จะให้ผลผลิตได้ประมาณ 8 – 10 เดือนหลังปลูก

2. การปักชำ ต้องคัดท่อนพันธุ์ที่มีสีเขียวปนน้ำตาลเล็กน้อย หรือกิ่งที่ไม่อ่อนและแก่เกินไป ความยาว 50 เซนติเมตร โดยปักลงในถุงเพาะหรือกระบะทรายก็ได้ ใช้เวลาปักชำประมาณ 2 เดือน จึงนำไปปลูก โดยจะให้ผลผลิตหลังปลูก ประมาณ 6 – 8 เดือน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 2.7 ลักษณะการปักชำด้วยกิ่งของต้นสบู่ดำ

(ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมวิศวกรรมเกษตรที่ 1 จังหวัดชัยนาท,2552)

3.การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้ทำการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้แล้ว ซึ่งได้ผลเหมือนกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชชนิดอื่นทั่วไป

2.3 ประโยชน์ของสบู่ดำ

2.3.1 น้ำมันสบู่ดำ

สบู่ดำเป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่ง เมล็ดสบู่ดำมีปริมาณน้ำมัน 30 - 35% การสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำวิธีการสกัดแยกน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำที่นิยมทำกันมากคือ ใช้วิธีการบีบอัด (pressing)จะได้น้ำมันประมาณ 25-30% มีน้ำมันตกค้างในกาก 10-15% อาจใช้เครื่องอัดแบบไฮดรอลิค (hydraulic press) หรือเครื่องอัดแบบสกรู (screw press) จะได้น้ำมันประมาณการแยกด้วยวิธีนี้จะได้น้ำมันปริมาณมากหรือน้อยขึ้นกับแรงอัดที่ใช้ ถ้าใช้แรงอัดสูงจะได้น้ำมันมาก แต่น้ำมันที่ได้จะมีคุณภาพลดลง เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นจะไปเร่งปฏิกิริยาเคมีบางอย่าง ทำให้น้ำมันเสื่อมเสียได้เร็วขึ้น ดังนั้นการบีบอัดอาจทำได้ 2 แบบ คือ การบีบอัดโดยใช้แรงดันสูง เพื่อให้ได้น้ำมันมาก หรือการบีบอัดแบบ pre-press โดยบีบด้วยแรงดันต่ำก่อน แล้วจึงสกัดน้ำมันที่เหลือในกากต่อด้วยสารทำละลายคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันสบู่ดำน้ำมันสบู่ดำจะมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวปนเหลือง ใสและยังคงใสที่อุณหภูมิต่ำ

รูปที่ 2.8 ลักษณะน้ำมันสบู่ดำ

(ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมวิศวกรรมเกษตรที่ 1 จังหวัดชัยนาท,2552)

น้ำมันสบู่ดำมีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนี้

ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid, %as oleic acid) 4.80

ค่าสปอนนิฟิเคชั่น (Saponification value) 197.13

ค่าไอโอดีน (Iodine value, Wijs) 97.08

ดัชนีหักเห (Refractive index) ที่ 25oC 1.4670

ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ที่ 25oC 0.9136

ความหนืด (Viscosity)ที่ 25oC (Gardner) (cp) 45.68

คุณสมบัติองค์ประกอบกรดไขมัน

Palmitic acid (C 16:0) 16.17

Stearic acid (C18:0) 5.11

Total saturated fatty acid 21.28

Oleic acid (C18:1) 44.88

Linoleic acid (C18:2) 33.83

Total unsaturated fatty acid 78.71

2.3.2 การใช้ประโยชน์จากน้ำมันสบู่ดำ

ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ประเทศไทยเกิดการขาดแคลนน้ำมันก๊าดสำหรับจุดตะเกียง เกษตรกรทางภาคอีสานได้นำเมล็ดสบู่ดำมาตำให้ละเอียด ใช้จุดให้แสงสว่างแทนเทียนไขได้เป็นอย่างดี หรือมีการนำเอากากของเมล็ดที่สกัดน้ำมันออกแล้วมาใส่ในกระบอกไม้ไผ่ ใช้จุดแทนเทียนไขได้ดีเช่นกัน น้ำมันสบู่ดำจะมีลักษณะใสที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งจะทำให้สามารถใช้น้ำมันได้ในประเทศที่มีอากาศหนาวเย็น และมีค่าไอโอดีนสูงจึงมีคุณสมบัติเป็น semi drying oil คือมีคุณสมบัติในการแห้งเร็ว จึงอาจมีการนำไปใช้เป็นน้ำมันทาสี น้ำมันชักเงาได้ และในหลายประเทศมีการนำไปใช้ทำสบู่ แต่กระบวนการผลิตยังใช้ต้นทุนสูงเนื่องจากต้องมีการผสมกับไขมันจากสัตว์น้ำมันอื่นๆ และกลิ่นหอม เพื่อให้ได้สบู่ที่มีคุณภาพสูง รวมทั้งการนำไปใช้ทำเทียนไข Stumpf และ Muhlbauer (2002) ได้รายงานว่ามหาวิทยาลัย Hohenheim ในประเทศเยอรมันได้มีการนำน้ำมันสบู่ดำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาหุงต้ม โดยมีการพัฒนาเตาเรียกว่า Hohenheim plant oil stove พบว่ามีประสิทธิภาพดีเทียบเท่าการใช้เตาหุงต้มที่ใช้น้ำมันก๊าด น้ำมันสบู่ดำมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลแต่จะมีความหนืดมากกว่า ได้มีการนำน้ำมันสบู่ดำมาทดลองกับเครื่องยนต์ โดยนำน้ำมันสบู่ดำมาทดลองเดินเครื่องยนต์คูโบต้าดีเซล 1 สูบ แบบลูกสูบนอนระบบ 4 จังหวะ ปริมาตรกระบอกสูบ 400 ซีซี 7 แรงม้า/2200 รอบต่อนาที พบว่า เครื่องยนต์เดินเป็นปกติสม่ำเสมอไม่มีการน็อก ความสิ้นเปลืองน้ำมันน้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซลเล็กน้อย และนำน้ำมันสบู่ดำทดสอบร่วมกับแก๊สหุงต้ม ทดลองเดินเครื่องกับเครื่องยนต์ดีเซล พบว่าเมื่อใช้แก๊สหุงต้มด้วยจะช่วยให้เครื่องยนต์ประหยัดน้ำมันสบู่ดำได้เฉลี่ย 77.1% พร้อมทั้งได้วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันสบู่ดำในการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ดังนี้

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันสบู่ดำกับมาตรฐานน้ำมันดีเซลหมุนเร็วของประเทศญี่ปุ่นและประเทศไทย

รายการวิเคราะห์	จากบริษัท Fuji Koosan Oil Refinery, Tokyo Japan		จากการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย	
	น้ำมันสบู่ดำ	น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว- ญี่ปุ่น[1]	น้ำมันสบู่ดำ	น้ำมันดีเซล หมุนเร็วไทย[2]
Specific gravity	0.9186	0.82-0.84	0.9188	0.82-0.90
Flash point (°C)	240	50 up	110	>52
Carbon residue (%)	0.64	0.15 less	-	<0.05
Cetane value	51.0	50 up	-	>50
Distillation(°C)	295	350 less	-	<370
Kinematic viscosity (cs)	50.73	2.7 up	-	1.8-5.0
Sulphur (%)	0.13	1.2 less		

1 มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น

2 มาตรฐานน้ำมันดีเซลหมุนเร็วของประเทศไทย ตามประกาศของกระทรวงพาณิชย์ ฉบับที่ 5 พ.ศ.2523 ประกาศใน ราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 97 ตอนที่ 59 วันที่ 15 เมษายน 2523

(ที่มา : สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร,2552)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จากนั้นได้ทดสอบและวิเคราะห์ไอเสีย พบว่าควันดำจากเครื่องยนต์ที่ใช้เดินด้วยน้ำมันสบู่ดำมีค่าเฉลี่ย 13.42% และมีปริมาณคาร์บอนมอนน็อกไซด์ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว ส่วนการตรวจหาซัลเฟอร์ไดอ็อกไซด์จากปลายท่อไอเสีย พบว่าเครื่องยนต์ที่เดินด้วยน้ำมันสบู่ดำไม่พบซัลเฟอร์ไดอ็อกไซด์ เมื่อทำการเดินเครื่องยนต์ดีเซลครบ 1,000 ชั่วโมง ได้ถอดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์มาตรวจสภาพพบว่าเสื้อสูบ ลูกสูบ แหวน ลิ้น หัวฉีดและอื่นๆ ไม่มียางเหนียวจับ ทุกชิ้นยังคงสภาพดี รายงานของกรมส่งเสริมการเกษตรในการนำน้ำมันสบู่ดำไปใช้กับเครื่องยนต์ปรากฏผลดังนี้

1. นำน้ำมันสบู่ดำมาทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลคูโบต้า ขนาด 7 แรงม้า ที่ติดตั้งบนรถไถนาเดินตามได้ผลดี โดยไม่ต้องปรับปรุงแก้ไขเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ในอัตราเร่ง 1,500-2,000 รอบต่อนาที พบว่ามีการใช้น้ำมันสบู่ดำโดยเฉลี่ย และมีควันดำไอเสียใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซล เมื่อเดินเครื่องครบ 1,000 ชั่วโมง ได้ถอดชิ้นส่วน อาทิ เสื้อสูบ ลูกสูบ แหวนลิ้น หัวฉีด มาตรวจสอบความสึกหรอ พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และไม่มียางเหนียวจับ

2. นำน้ำมันสบู่ดำทดสอบกับรถยนต์ดีเซล ยี่ห้ออีซูซุ 1,584 ซี.ซี.94 แรงม้า โดยวิ่งบนถนนที่อัตราความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เครื่องยนต์ไม่น็อกเมื่อวิ่งด้วยความเร็วปกติ ไม่ต้องดัดแปลงโครงสร้างเครื่องยนต์ ซึ่งติดง่ายและมีกำลังแรงดี สามารถเร่งความเร็วได้สูงสุดถึง 140 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

3. ผสมน้ำมันสบู่ดำ 10 %กับน้ำมันเบนซิน 90 % (โดยปริมาตร)ทดสอบกับรถจักรยานยนต์ฮอนด้า 4 จังหวะ พบว่าวิ่งได้เรียบสม่ำเสมอ แต่ถ้าผสม 15% ทำให้หัวเทียนบอดง่าย เครื่องติดยาก เดินไม่สะดวก

4. ผสมน้ำมันสบู่ดำ 30%กับน้ำมันเบนซิน 70%(โดยปริมาตร) ทดสอบกับรถจักรยานยนต์ฮอนด้า 2จังหวะ พบว่าเครื่องเดินเรียบปกติ แต่ถ้าผสมเกิน 30% ทำให้เครื่องติดยาก กำลังตก เมื่อเดินเครื่อง 500 ชั่วโมงถอดส่วนต่าง ๆ ดู ไม่พบความสึกหรอหรือผิดปกติ

5. ผสมน้ำมันสบู่ดำ 10%กับน้ำมันเบนซิน 90%(โดยปริมาตร) ทดสอบกับเครื่องปั่นไฟฮอนด้า 4 จังหวะ พบว่าได้ผลดี ไม่มีปัญหา

6. น้ำมันสบู่ดำผสมกับน้ำมันดีเซลและเบนซินได้ดี ไม่จำเป็นต้องล้างถังเมื่อใช้น้ำมันแต่ละชนิดหมดลง

นอกจากการนำน้ำมันสบู่ดำมาใช้กับเครื่องยนต์โดยตรงแล้ว ยังมีการนำน้ำมันสบู่ดำมาผลิตเป็นไบโอดีเซล โดยเปลี่ยนให้อยู่ในรูปเอสเทอร์ด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น แล้วนำไปใช้กับเครื่องยนต์ ซึ่งเอสเทอร์ที่ได้จะมีคุณสมบัติที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลคือมีค่า Cetane number สูง ทำให้มีการเผาผลาญดีกว่า มีจุดวาบไฟสูง ทำให้ปลอดภัยในการเก็บ มีปริมาณออกซิเจนสูงถึง 10% ซึ่งจะทำให้สารไฮโดร คาร์บอนเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์มากกว่า และไม่มีซัลเฟอร์ รวมถึงมีสรรพคุณด้านอื่นเช่น สรรพคุณทางยาใช้ใส่ผมเพื่อบำรุงรากผมได้อย่างดี ใช้เป็นยาสำหรับโรคผิวหนัง โรคริดสีดวงทวาร โรคอัมพาต และใช้เป็นยาถ่าย และยังมีอันตรายเนื่องจากสารพิษที่เรียกว่า curcin หากบริโภคแล้วทำให้ท้องเดิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.4 ความดัน (Pressure)

วัตถุที่เป็นของไหล (Fluid) จะมีความดันซึ่งเกิดจากการที่โมเลกุลของของไหลชนกันเอง หรือพุ่งเข้าชนผนังของภาชนะ เช่น เมื่ออัดแก๊สลงไปในลูกโป่ง ก็จะมีความดันของแก๊สดันให้ลูกโป่งพองขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมการ 2.1

$$P = \frac{F}{A} \tag{2.1}$$

เมื่อ P คือ ความดัน (N/m^2)
F คือ แรงที่กระทำในแนวตั้งฉากต่อพื้นที่ที่รองรับแรง (N)
A คือ พื้นที่ที่รองรับแรง (m^2)

ความดันและความลึกในของไหลที่อยู่นิ่ง (Pressure and Depth in a Static Fluid) เมื่อดำน้ำลงไปยิ่งลึกเท่าไหร่ ความดันจะมีค่ามีมากขึ้นเรื่อย ๆ แสดงว่าความดันมีความสัมพันธ์กับความลึก ซึ่งเป็นไปตามสมการ 2.2

$$P = \sigma gh \tag{2.2}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เมื่อ P คือ ความดัน (N/m^2)
g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m/s^2)
h คือ ระดับความลึก (m)
σ คือ ความหนาแน่นของของไหล

นอกจากนี้ถ้าเป็นการเปรียบเทียบความดันระหว่าง 2 จุดที่อยู่ห่างกันในแนวดิ่ง (ห่างกันเป็นความลึก = h) จะได้ว่าความดันระหว่าง 2 จุดดังกล่าว ต่างกันอยู่เท่ากับ ρgh ดังสมการ 2.3 และ 2.4

$$P_1 - P_2 = \sigma gh \tag{2.3}$$

หรือ

$$P_1 = P_1 + \sigma gh \tag{2.4}$$

เมื่อ P_2 คือ ความดันที่จุดที่ 2 ซึ่งอยู่ลึกกว่าจุดที่ 1 เป็นระยะ h

P_1 คือ ความดันของจุดที่ 1

เครื่องมือวัดความดัน (Pressure Gauges)อย่างง่าย ๆ ซึ่งใช้ปรอทวัดความดันบรรยากาศ (Atmospheric pressure) เรียกว่า บารอมิเตอร์ (barometer) ดังแสดงในรูปที่ 2.9 อุปกรณ์ดังกล่าวจะมีหลอดปลายปิดข้างหนึ่ง เติมปรอทให้เต็มแล้วกลับหลอดให้ด้านปลายเปิดจุ่มลงในอ่างที่มีปรอท ปรอทจะไหลลงไปจากหลอดส่วนหนึ่ง แต่จะมีอีกส่วนหนึ่งที่ยังคงค้างอยู่ โดยความดัน P_1 ที่ด้านบนของหลอดจะมีค่าประมาณ 0 และจะได้ว่าความดันที่จุด A เนื่องจากความสูงของปรอทในหลอด เท่ากับความดันที่จุด B ซึ่งเป็นความดันบรรยากาศ ดังสมการ

$$P_A = P_B$$

จากสมการที่ 2.4

$$P_{atm} = P_1 + \sigma gh$$

เนื่องจากความดันที่จุด P_1 คือความดันบรรยากาศ $P_1 = P_{atm} = 0$ จะได้

$$P_{atm} = 0 + \sigma gh$$

$$P_{atm} = \sigma gh \qquad (2.5)$$

เมื่อ h คือ ความสูงของปรอทในหลอด และเนื่องจากสามารถคำนวณความดันบรรยากาศได้จากความสูงของปรอทในบารอมิเตอร์ ดังนั้นในบางครั้งจึงมีการใช้หน่วยของความดันเป็นมิลลิเมตรปรอท หรือบางครั้งเรียกว่า ทอร์(torr) ความดันบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเลจะมีค่าประมาณ $1x10^5$ N/m^2 หรือ 760 มิลลิเมตรปรอท หรือ 760 ทอร์

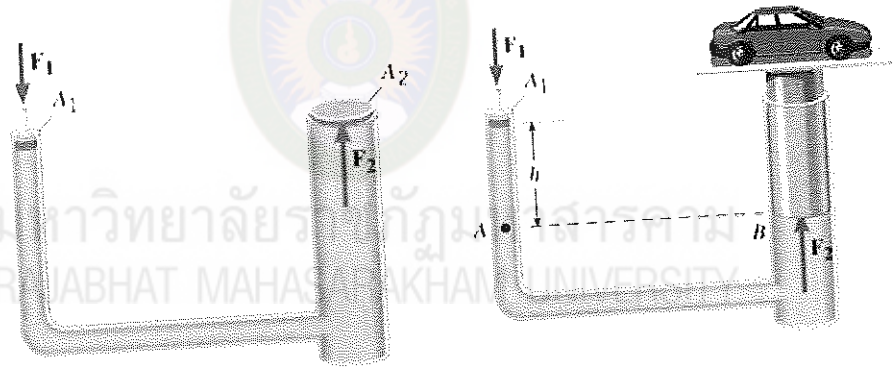
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จุดภายในภาชนะปิดนี้ก็จะมีความดันเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.10 ถ้าออกแรง F_1 กระทำต่อพื้นที่ A_1 ทำให้เกิดความดัน P_1 ทุก ๆ จุดในภาชนะปิดก็จะมีความดันเพิ่มขึ้นอีก P_1 ด้วยเช่นกัน และถ้า P_2 เป็นความดันที่เกิดขึ้นกับพื้นที่ A_2 ซึ่งอยู่ในระดับความสูงเดียวกันกับ A_1 ดังนั้น $P_1 = P_2$ จะได้

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \tag{2.7}$$

และ

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} \tag{2.8}$$

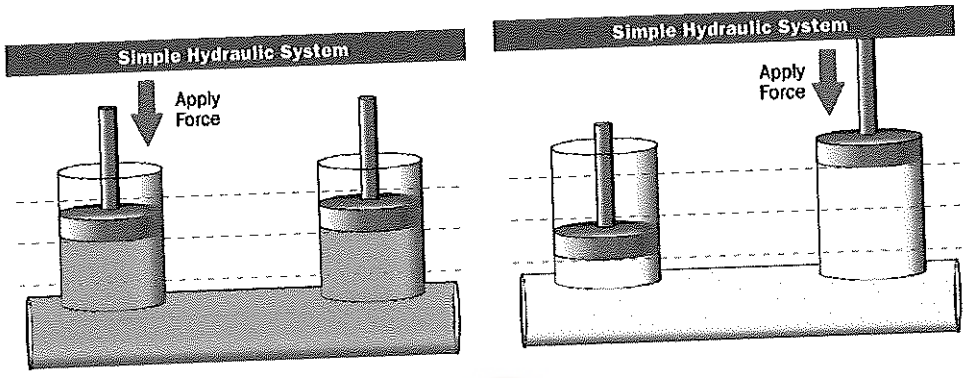


รูปที่ 2.10 การกระจายความดันในของเหลวที่อยู่ในภาชนะปิดของระบบไฮดรอลิค
(ที่มา : J. Cutnell and K. Johnson, 2004)

จากหลักของปาสคาลทำให้ทราบว่า ถ้า A_1 มีขนาดเล็กกว่า A_2 เมื่อเราออกแรง F_1 จะทำให้เกิดแรงดัน F_2 ที่มีขนาดมากกว่า F_1 ใช้หลักการนี้สร้างเครื่องกลผ่อนแรงที่เรียกว่า ไฮดรอลิค (Hydraulic) ดังแสดงในรูปที่ 2.10

2.6 ระบบไฮดรอลิค

จากหลักการของปาสคาล โดยการใช้ของเหลวส่งถ่ายแรงจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง ของเหลวนั้นเป็นของเหลวที่อัดตัวไม่ได้ (Incompressible fluid) ส่วนใหญ่จะใช้น้ำมัน รูปที่ 2.11 แสดงระบบไฮดรอลิคแบบง่ายๆ

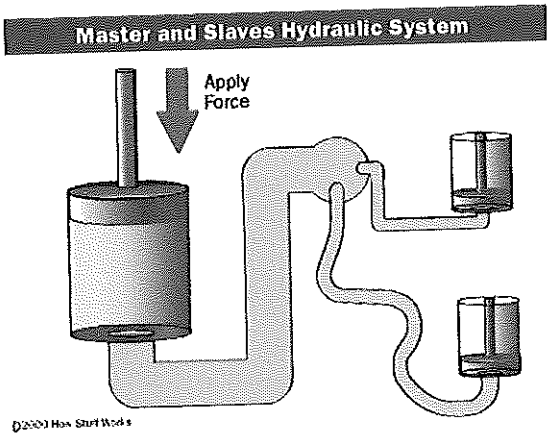


รูปที่ 2.11 ระบบไฮดรอลิค

(ที่มา : ภาควิชาฟิสิกส์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล,2552)

ในรูปที่ 2.11 ลูกสูบ 2 อัน (สีแดง) เลื่อนอยู่ภายในกระบอกสูบที่บรรจุน้ำมัน (สีน้ำเงิน) กระบอกทั้งสองต่อกันด้วยท่อที่บรรจุน้ำมัน ถ้าใส่แรงกดกับลูกสูบ แรงจะถูกส่งถ่ายไปที่ลูกสูบขวาโดยผ่านทางน้ำมันที่อยู่ภายในท่อ เพราะว่าน้ำมันไม่สามารถอัดตัวได้ ทำให้แรงทั้งหมดถูกส่งไปลูกสูบ ท่อที่เชื่อมระหว่างกระบอกสูบทั้งสอง ไม่จำเป็นจะต้องเป็นท่อตรง สามารถโค้งงออย่างไรก็ได้ และกระบอกสูบตัวที่สองจะมีจำนวนกี่อันก็ได้ แรงจะถูกส่งถ่ายจากกระบอกสูบตัวแรก ไปที่ยังกระบอกสูบทุกอัน ด้วยแรงที่เท่ากันทุกกระบอกสูบ ไม่ใช่น้อยลงตามจำนวนของกระบอกสูบ ดังรูป 2.12

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

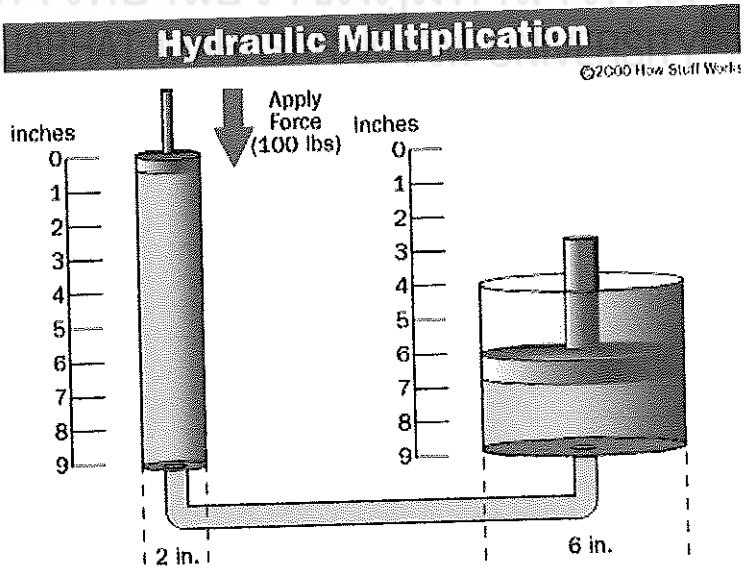


รูปที่ 2.12 แรง F ของลูกสูบหลัก ส่งถ่ายไปให้ลูกสูบรอง 2 ตัวด้วยแรงที่เท่ากันทุกกระบอกสูบ
(ที่มา : ภาควิชาฟิสิกส์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล,2552)

ในระบบไฮดรอลิค การเพิ่มแรงให้มากขึ้น สามารถทำได้ดังนี้

1. เพิ่มจำนวนลูกสูบ
2. เพิ่มพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบรองให้ใหญ่ขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 2.13 แรงที่เพิ่มขึ้นในระบบไฮดรอลิค
(ที่มา : ภาควิชาฟิสิกส์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล,2552)

จากรูปที่ 2.13 ถ้าให้ลูกสูบทางซ้ายมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว (5.08 cm) และลูกสูบทางขวามีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว (15.24 cm) พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบทั้งสองคำนวณได้จาก

$$A_1 = \pi r^2 = 3.14 \text{ ตารางนิ้ว}$$
$$A_2 = \pi r^2 = 28.26 \text{ ตารางนิ้ว}$$

จากสมการที่ 2.8 จะได้แรงที่เกิดจากลูกสูบทางขวาจะมากกว่าแรงที่เกิดจากทางซ้าย 9 เท่า ดังนี้

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

$$F_2 = \frac{28.26}{3.14} \times F_1 = 9F_1$$

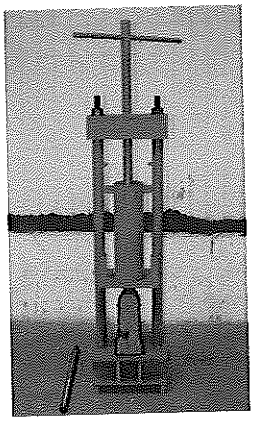
ถ้าออกแรงกดขนาด 10 กิโลกรัม ทางลูกสูบซ้าย จะเกิดแรงขนาด 90 กิโลกรัมบนลูกสูบขวา หรือถ้ากดลูกสูบทางซ้ายลง 9 นิ้ว ลูกสูบทางขวาจะขึ้น 1 นิ้ว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.7 การสกัดน้ำมันสบู่ดำ

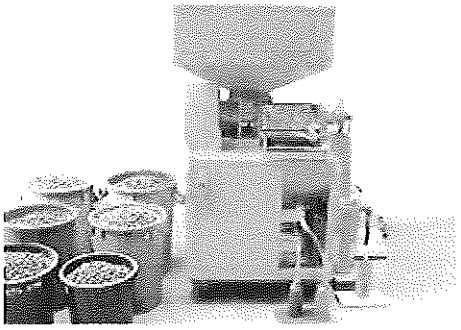
2.7.1 การสกัดในห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธีบดให้ละเอียด แล้วสกัดด้วยตัวทำละลาย ปิโตรเลี่ยมอีเทอร์ จะได้น้ำมัน 34.96 % จากเมล็ดรวมเปลือก และ 54.68 % จากเนื้อเมล็ด

2.7.2 การสกัดด้วยระบบไฮดรอลิค จะได้น้ำมันประมาณ 25-30 % มีน้ำมันตกค้างในกาก 10-15 % การสกัดน้ำมันด้วยวิธีนี้ จะต้องนำเมล็ดมาทุบพอแตก แล้วนำไปเพิ่มความร้อน โดยการนำไปตากแดด หรือนึ่ง หรือนำเข้าตู้อบ ก่อนนำเข้าเครื่องสกัด เพื่อให้การสกัดน้ำมันกระทำได้ง่ายขึ้น น้ำมันที่ได้จากการสกัดจะต้องนำไปกรองสิ่งสกปรกออก หรือทิ้งให้ตกตะกอน ก่อนนำไปใช้งาน



รูปที่ 2.14 เครื่องอัดระบบไฮดรอลิค

2.7.3 การสกัดด้วยระบบอัดเกลียว จะได้น้ำมันประมาณ 25-30 % มีน้ำมันตกค้างในกาก 10-15 % การสกัดน้ำมันสบู่ดำต้องมีกระบวนการหลัก คือ กระบวนการบดหยาบ กระบวนการให้ความร้อน กระบวนการคั้นน้ำมันออก กระบวนการแยกกากวัตถุดิบออก เครื่องอัดจะรวมกระบวนการทั้งหมดไว้ใน เครื่องสกัดน้ำมันสบู่ดำ แบบต่อเนื่องด้วยการทำงานในกระบอกอัดตามแนวเส้นเกลียวสกรู (Extruder) โดยแบ่งช่วงการทำงานในกระบอกอัดออกเป็น 4 ช่วง ทำงานต่อเนื่องกัน เมล็ดสบู่ดำถูกใส่เข้าเครื่องทางกรวยรับเมล็ด แล้วไหลเข้ากระบอกหุ้มเกลียวอัด เมล็ดสบู่ดำที่อยู่ในกระบอกหุ้มเกลียวอัดนี้ จะถูกฟันเกลียวบนแกนเกลียวบดอัดให้แน่นขึ้นเรื่อย ๆ ตามความเรียวที่เพิ่มขึ้นของแกนเกลียวอัด น้ำมันสบู่ดำจะไหลออกทางรูเล็ก ๆ ที่อยู่ที่ผนังของทรงกระบอกหุ้มแกนเกลียวอัด เครื่องสกัดน้ำมันสบู่ดำแบบต่อเนื่องนี้ จะมีอุปกรณ์ให้ความร้อนเมล็ดสบู่ดำติดตั้งอยู่ หรือใช้ความร้อนที่เกิดขึ้นเองจากการที่เมล็ดสบู่ดำเสียดสีกันเมื่อใช้ความเร็วรอบสูง แกนเกลียวอัดสามารถออกแบบได้หลายรูปแบบ มีระยะพิตไม่คงที่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางแกนเกลียวไม่คงที่ จะทำด้วยโลหะชิ้นเดียวหรือประกอบขึ้นด้วยโลหะหลายชิ้น กระบอกหุ้มเกลียวอัดที่เป็นช่องทางให้น้ำมันไหลออกสามารถทำได้หลายรูปแบบเช่น เป็นกระบอกโลหะชิ้นเดียวหรือเป็นโลหะหลายชิ้นประกอบเข้าด้วยกัน มีผนังชั้นเดียวหรือผนังหลายชั้น กากเมล็ดที่คั้นน้ำมันออกแล้ว จะวิ่งผ่านช่องว่างของเหล็กรูปกรวยที่กดปิดปลายกระบอกอัด ซึ่งเป็นตัวช่วยสร้างแรงอัดในกระบอกหุ้มเกลียวอัด การปรับระยะหรือแรงดันของเหล็กรูปกรวยนี้ ใช้เกลียวสกรูเป็นตัวบังคับขนาด



รูปที่ 2.15 เครื่องอัดระบบอัดเกลียว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY