บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประกอบการพิจารณาสำหรับการออกแบบจะช่วยให้ได้ผลงานที่รัดกุมขึ้น โดยมีทฤษฎีและเกณฑ์ต่างๆ ดังนี้

1. ประเภทและหลักการทำงานของพัดลม
2. การเปรียบเทียบประเภทและคุณสมบัติของพัดลมกับเครื่องอัดอากาศ
3. ประเภทและหลักการทำงานของปั๊ม
4. เครื่องพ่นสารเคมี
5. ขนาดและชนิดของหัวฉีด
6. ขนาดละอองน้ำยา
7. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

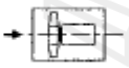
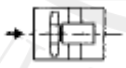
ประเภทและหลักการทำงานของพัดลม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (ม.ป.ป. : 34) รายงานว่า มาตรฐาน JIS กำหนดไว้ว่า พัดลมที่มีแรงดันลมต่ำกว่า 1,000 (mm-น้ำ) เรียกว่า แฟน (Fan) ส่วนพัดลมที่มีแรงดันลมตั้งแต่ 1,000 (mm-น้ำ) ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 10 (M-น้ำ) (0.1 MPa) เรียกว่า โบลวเออร์ (Blower) ทั้งสองชนิดเรียกรวมๆ กันว่า พัดลม

พัดลมมีหลายชนิด ตามขนาดอัตราไหลและความดันของของไหลที่ลำเลียง และตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ดังตาราง 2 แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้เป็นแบบ Centrifugal ซึ่งทำงานด้วยการให้แรงหนีศูนย์กลางให้เกิดกระแสในทิศทางตั้งฉากกับแกน แบบ Axial Flow ซึ่งสร้างกระแสของไหล (อากาศ) ในทิศทางเดียวกับเพลา แบบ Cross Flow ซึ่งมีคุณสมบัติอยู่ระหว่างทั้งสองแบบข้างต้นและแบบอื่นๆ อย่างไรก็ตาม เพื่อสามารถติดตั้งและเชื่อมต่อกับท่อต่างๆ ได้สะดวก พัดลมแบบ Centrifugal บางครั้งดูภายนอกแล้วจะมีลักษณะเหมือนกับแบบ Axial Flow โดยทั่วไปพัดลมแบบ Axial Flow จะเหมาะกับความดันต่ำ-อัตราไหลสูง ส่วนแบบ Centrifugal จะเหมาะกับความดันสูง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 2 พัดลมประเภทต่างๆ

แบบ	ประเภท	รูปร่างใบพัดและตัวถัง	ขอบเขตความจุ (Capacity) (บน) อัตราไหล [m^3/min] (ล่าง) ความดันสถิต [mmHq]	การใช้งาน
พัดลม Centrifugal	พัดลม Multiblade (Sirocco)		0.5 - 20,000 0.5 - 7.5 [kPa]	การปรับอากาศ-ระบายอากาศ งานอุตสาหกรรม
	พัดลม Backward Curved Wheel (Turbo)		fan ~ 40,000 ~ 15 [kPa] blower ~ 5,000 ~ 0.1 [kPa]	ท่อลมความเร็วสูง งานอุตสาหกรรม
	พัดลม Airfoil		~ 40,000 ~ 10 [kPa]	ท่อลมความเร็วสูง การปรับอากาศขนาดกลาง-ใหญ่ งานอุตสาหกรรม
พัดลม Axial flow	พัดลม Propeller		~ 500 ~ 0.1 [kPa]	พัดลมระบายอากาศ Unit Heater, Unit Cooler หอทำน้ำเย็น งานอุตสาหกรรม
	พัดลม Tube		~ 40,000 ~ 10 [kPa]	ระบายอากาศเฉพาะที่ หอทำน้ำเย็นขนาดใหญ่ งานอุตสาหกรรม
	พัดลมมี Vane		~ 60,000 ~ 0.1 [kPa]	การปรับอากาศ-ระบายอากาศ งานอุตสาหกรรม
พัดลม Cross Flow			~ 500 ~ 1 [kPa]	Fan Coil Unit งานอุตสาหกรรม

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ม.ป.ป. : 34

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

อย่างไรก็ตาม พัดลมแบบ Axial Flow ที่สามารถรองรับความดันได้พอสมควร และแบบ Centrifugal ที่รองรับอัตราไหลได้พอสมควรก็พอมีอยู่ พัดลมแบบ Multiblade บางครั้งก็เรียกว่าพัดลมแบบ Sirocco นิยมใช้กันมากที่สุดกับการปรับอากาศและระบายอากาศ

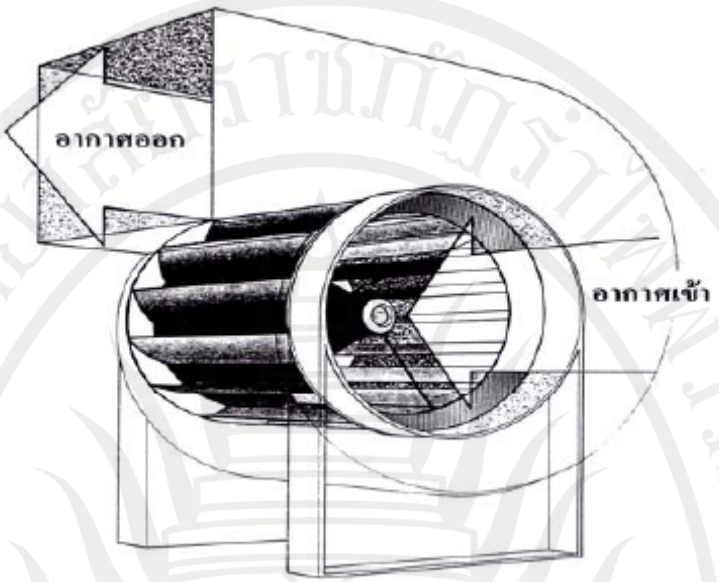
การจำแนกพัดลมสามารถแบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

พัดลมแบบหมุนแรงเหวี่ยง (Centrifugal Flow or Radial Fans)

พัดลมแบบแรงเหวี่ยงหรือพัดลมซึ่งมีการไหลของอากาศในแนวรัศมี จะประกอบด้วยใบพัดหมุนอยู่ภายในตัวเรือนของพัดลม (Fan House) ชุดใบพัดจะประกอบด้วยแผ่นใบเล็กๆ ประกอบเข้าด้วยกันเป็นลักษณะกงล้อ ค่าความดันของอากาศจะถูกทำให้มีค่าสูงขึ้นภายในตัวเรือนของพัดลมซึ่งสามารถเพิ่มค่าให้สูงขึ้นได้ด้วยการเพิ่มขนาดความยาวของใบพัด ซึ่งจะทำให้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางภายในระบบมากยิ่งขึ้นนั่นเอง อากาศจะไหลผ่านเข้าไปในท่อทางเข้าโดยมีทิศทางขนานกับแกนของใบพัดและไหลออกในทิศทางตั้งฉากกับแกนของใบพัดในท่อทางออก พัดลมประเภทนี้จำแนกตามลักษณะรูปร่างของใบพัดเป็น 3 แบบ คือ

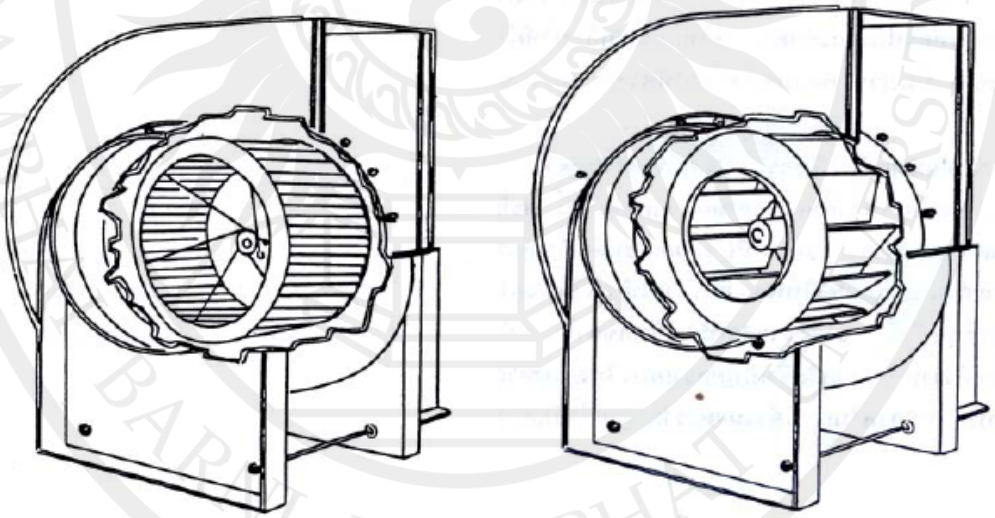
1. **แบบใบพัดตรง (Straight Blade หรือ Radial Fans)** พัดลมชนิดนี้มีจำนวนใบน้อยที่สุดประมาณ 6 ถึง 20 ใบ และใบพัดจะอยู่ในระนาบรัศมีจากเพลา ใบพัดหมุนด้วยความเร็วรอบอย่างต่ำประมาณ 500-3,000 รอบ/นาที ดังนั้นจึงเหมาะกับงานที่ต้องการปริมาตรของอากาศที่ถูกขับเคลื่อนจำนวนน้อยๆ ที่มีค่าความกดดันของอากาศสูงๆ
2. **แบบใบพัดโค้งไปข้างหน้า (Forward Curved Blade Fans)** พัดลมชนิดนี้จะมีใบพัดโค้งไปข้างหน้า ในทิศทางเดียวกับการหมุนของชุดใบพัด จะมีจำนวนแผ่นใบพัดประมาณ 20 – 60 ใบ ชุดใบพัดจะมีลักษณะคล้ายกับกรงกระรอก (Squirrel Cage)เพลาใบพัดจะมีขนาดเล็กหมุนด้วยความเร็วรอบที่สูงกว่าพัดลมชนิดใบพัดตรง การทำงานของพัดลมชนิดนี้มีเสียงเบาที่สุด มีข้อเสียคือจะมีลักษณะที่มอเตอร์จะทำงานเกินกำลังและมีช่วงการทำงานของพัดลมที่ไม่เสถียร ดังนั้นจึงไม่ควรใช้กับงานหรือระบบที่มีอัตราการไหลของอากาศเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา พัดลมชนิดนี้จะให้ค่าความดันลมและอัตราการไหลของอากาศสูงที่สุด
3. **แบบใบพัดโค้งไปข้างหลัง (Backward Curved Blade Fans)** พัดลมชนิดนี้จะมีใบพัดเอียงไปข้างหลัง ในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการหมุนของใบพัด จะมีจำนวนใบพัดประมาณ 10 –50 ใบ และเป็นพัดลมที่มีความเร็วรอบสูง ไม่ก่อให้เกิดเสียงดังเกินควร ไม่มีลักษณะที่มอเตอร์จะทำงานเกินกำลัง และไม่มีช่วงการทำงานที่ไม่มีเสถียร เหมาะที่จะใช้งานระบายอากาศและอากาศที่ใช้ต้องสะอาดด้วย เนื่องจากสามารถที่จะควบคุมความกดดันและปริมาณลมได้ง่าย พัดลมชนิดนี้จะมีราคาสูงกว่าชนิดอื่นๆ เมื่อเทียบกับขนาดที่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 1 การไหลของอากาศผ่านตัวพัดลมแบบหมุน

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ม.ป.ป. : 35



(ก) ใบพัดโค้งไปข้างหน้า (ข) ใบพัดโค้งไปข้างหลัง

ภาพประกอบ 2 พัดลมแบบหมุนเหวี่ยง

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ม.ป.ป. : 35

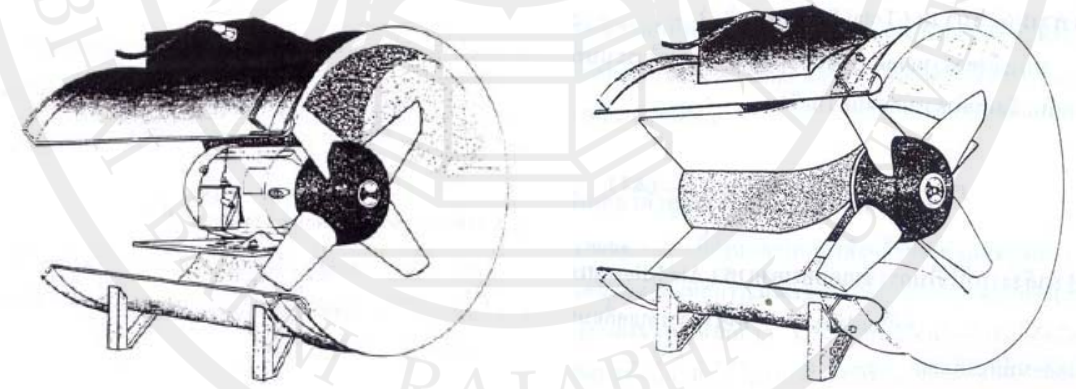
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน (Axial Flow Fans)

พัดลมแบบนี้อากาศจะไหลขนานกับแกนของใบพัด และตั้งฉากกับระนาบการหมุนของใบพัด ชุดใบพัดจะถูกติดตั้งบนแกนเพลาขับของมอเตอร์ต้นกำลัง ซึ่งอยู่ภายในตัวพัดลม ทำให้มอเตอร์สามารถระบายความร้อนออกไปกับอากาศที่ถูกขับเคลื่อน พัดลมชนิดนี้มีราคาถูก การทำงานของพัดลมมีเสียงดังและมีช่วงการทำงานของพัดลมที่ไม่เสถียร จึงเหมาะกับงานระบายอากาศ มีขนาดเล็ก เคลื่อนย้ายง่าย สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะที่พัดลมเป็นเกลียว (Tube Aaxial Fans) พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน ชนิดนี้ จะมีโครงสร้างประกอบด้วยชุดใบพัดซึ่งหมุนอยู่ภายในท่อรูปทรงกระบอก ลมที่ถูกขับเคลื่อนให้ผ่านชุดใบพัดจะหมุนเป็นเกลียว มีลักษณะการไหลแบบปั่นป่วน พัดลมชนิดนี้ให้ค่าความกดดันของลมปานกลาง

2. ลักษณะที่พัดลมเป็นเส้นตรง (Vane Axial Fans) พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน ชนิดนี้ จะมีแผ่นครีบเพื่อใช้ในการบังคับการไหลของอากาศ ที่ถูกขับเคลื่อน ติดตั้งอยู่ภายในตัวเรือนของพัดลม บริเวณท่อทางออกบริเวณด้านหลังชุดใบพัดเพื่อช่วยในการไหลของอากาศที่ถูกขับเคลื่อนมีการไหลเป็นเส้นตรงมากที่สุด ซึ่งจะช่วยลดลักษณะการไหลของอากาศปั่นป่วนลดลง และลดพลังงานสูญเสียเนื่องจากการไหลของอากาศปั่นป่วนภายในระบบให้น้อยลง ทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานและราคาสูงกว่าพัดลมชนิด Tube Axial Fans ดังภาพประกอบ 3



(ก) Tube Axial Fans (ข) Vane Axial Fans

ภาพประกอบ 3 พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ม.ป.ป. : 36

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การเปรียบเทียบประเภทและคุณสมบัติของพัดลมกับเครื่องอัดอากาศ

พัดลมและเครื่องอัดอากาศถูกจำแนกดังตาราง 3 โดยใช้ความดันขาออกเป็นเกณฑ์ หากจำแนกจากหลักการทำงานแล้ว จะแบ่งใหญ่ๆ ได้เป็น แบบเทอร์โบและแบบปริมาตร ยิ่งไปกว่านั้น แบบเทอร์โบจะมีระบบ Axial Flow และระบบ Centrifugal ส่วนแบบปริมาตรจะมีระบบลูกสูบและระบบหมุน ซึ่งจะมีช่วงของปริมาณลม และความดันที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับรูปแบบ การเลือกใช้จะเลือกรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดตามปริมาณลมและความดันที่ต้องการใช้งาน

1. ระบบ Axial Flow มีโครงสร้างที่หมุนใบพัดด้วยความเร็วสูง แล้วให้อากาศไหลไปในทิศทางเพลาด้วยแรงยกของใบพัดพัดลม Axial Flow นั้น จะหมุนใบพัดด้วยความเร็วสูง จึงทำให้ทั้งพัดลมและมอเตอร์มีขนาดเล็ก และมีข้อดีอยู่ตรงที่สามารถติดตั้งในบางส่วนของท่อได้ ซึ่งถูกนำมาใช้ในการถ่ายเทการป้อนลม การปล่อยลมออก การถ่ายเทอากาศภายในอุโมงค์ต่างๆ เป็นต้น สำหรับเครื่องอัดอากาศแบบAxial Flow นั้น ถูกนำมาใช้ในการป้อนลมเข้าสู่เตา Blast Furnace สำหรับถลุงเหล็ก อุปกรณ์อัดอากาศสำหรับแยกอากาศ เป็นต้น

2. ระบบ Centrifugal มีโครงสร้างที่ทำให้อากาศไหลไปในทิศทางรัศมีด้วยแรงเหวี่ยงของใบพัด ซึ่งจะเรียกพัดลมแบบหลายใบพัดว่า Sirocco Fan ถึงแม้จะมีประสิทธิภาพต่ำ แต่เนื่องจากมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน จึงมีราคาถูก และถูกนำมาใช้เป็นพัดลมสำหรับอุปกรณ์ระบายอากาศหรือเครื่องปรับอากาศ สำหรับเครื่องอัดอากาศเทอร์โบนั้น ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องอัดก๊าซของโรงงานต่างๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมเคมี เป็นต้น

3. เครื่องอัดอากาศระบบลูกสูบ เนื่องจากมีประสิทธิภาพมากที่สุด และมีกำลังอัดสูง จึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องอัดอากาศอย่างแพร่หลาย

4. เครื่องอัดอากาศระบบหมุน แบ่งเป็นพัดลม Roots Blower เครื่องอัดอากาศแบบทำงานโดยใบพัด และพัดลม Screw Compressor ระบบหมุนนี้จะต่างกับระบบลูกสูบ ซึ่งจะมีข้อดีอยู่ที่สามารถทำให้อุปกรณ์มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาโดยเพิ่มจำนวนรอบให้สูงขึ้นได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 3 พัดลม เครื่องอัดอากาศ

การจำแนก	ความดันขาออก	ประเภท
fan	ไม่ถึง 9.8 kPa	แบบเทอร์โบ (Axial Flow, Sirocco, Radial Flow, Turbo)
โบลเวอร์	ไม่ถึง 9.8-98 kPa	แบบเทอร์โบ (Axial Flow, Radial Flow, Turbo) แบบปริมาตร (Roots Blower)
เครื่องอัดอากาศ	สูงกว่า 98 kPa	แบบเทอร์โบ (Axial Flow, Radial Flow, Turbo) แบบปริมาตร ระบบหมุน (เครื่องอัดอากาศแบบทำงานโดยใบพัด Screw Compressor) ระบบลูกสูบ (เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ)

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ม.ป.ป. : 37

ประเภทและหลักการทำงานของปั๊ม

ปั๊มมีการประยุกต์ใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งถูกนำมาใช้งานในหลายๆ ด้าน ส่วนปริมาตรก็มีตั้งแต่ร้อยกว่าวัตต์จนถึง 6,000 kW ประเภทของปั๊มที่มีการนำมาใช้งานจริงนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ปั๊มแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Pump) เป็นปั๊มประเภทที่สามารถผลิตเฮดน้ำโดยการเพิ่มความเร็วของของน้ำซึ่งเกิดจากการหมุนของใบพัดไปตามตัวเรือนของปั๊ม ซึ่งอัตราการไหลของน้ำจะแปรผันตามความดันด้านขาออก (Discharge) เช่น End Suction Pump, In-Line Pump, Double Suction Pump, Vertical Multistage Pump, Horizontal Multistage Pump, Submersible Pumps, Self-priming Pumps, Axial-Flow Pumps และ Regenerative Pumps

2. ปั๊มแบบปริมาตรแทนที่เชิงบวก (Positive Displacement Pump) เป็นปั๊มประเภทที่ให้น้ำเข้าไปแทนที่อยู่ในปริมาตรในเรือนปั๊มอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะสามารถให้อัตราการไหลของน้ำที่คงที่ถึงแม้ว่าความดันด้านขาออก (Discharge) จะมีการแปรผัน เช่น Reciprocating Pumps, Power Pumps, Steam Pumps และ Rotary Pumps

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 4 ประเภทและหลักการทำงานของปั๊ม

<table>
<tr><th colspan="2">ประเภทของปั๊ม</th><th>จำนวนชั้นและรูปแบบการดูด</th><th>N_S</th><th colspan="2">หลักการทำงาน</th></tr>
<tr><td rowspan="5">Centrifugal Pump</td><td rowspan="2">Turbine* Pump</td><td>1 ชั้น
แบบดูดเข้าข้างเดียว
แบบดูดเข้าสองข้าง</td><td>100 - 250</td><td rowspan="5">น้ำจะไหลเข้ามาที่ขั้วใบพัดในทิศทางเกือบตั้งฉากหรือเฉียงเล็กน้อยกับเพลา จะกำเนิด Static Head และ Dynamic Head จากแรงเหวี่ยงของใบพัด</td><td rowspan="2">แปลง Dynamic Head เป็น Static Head ด้วย Guide Vane และ Spiral Casing</td></tr>
<tr><td>หลายชั้น</td><td>120 - 200</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Centrifugal Pump</td><td>1 ชั้น แบบดูดเข้าข้างเดียว</td><td>100 - 450</td><td rowspan="3">ไม่มี Guide Vane จะแปลง Dynamic Head เป็น Static Head ด้วย Spiral Casing เท่านั้น</td></tr>
<tr><td>1 ชั้น แบบดูดเข้าสองข้าง</td><td>120 - 750</td></tr>
<tr><td>หลายชั้น</td><td>120 - 200</td></tr>
<tr><td colspan="2">Mixed Flow Pump</td><td></td><td>700-1200</td><td colspan="2">มีโครงสร้างที่อยู่ระหว่าง Mixed Flow Pump กับ Axial Flow Pump น้ำจะเข้าไปในใบพัดในทิศทางเฉียงๆ กับแกน และไหลออกในแนวเฉียง ปั๊มนี้จะกำเนิด Static Head และ Dynamic Head ด้วยแรงเหวี่ยงของใบพัดและแรงสูบ</td></tr>
<tr><td colspan="2">Axial Flow</td><td></td><td>1200-2000</td><td colspan="2">น้ำจะไหลเข้าไปในใบพัดตามทิศทางเพลา แล้วไหลออกในทิศทางเพลาเช่นกัน ซึ่งจะกำเนิด Static Head และ Dynamic Head จากแรงสูบของใบพัด</td></tr>
</table>

* หมายถึง Centrifugal Pump ที่มี Guide Vane

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ม.ป.ป. : 38

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปั๊มทำหน้าที่ในการสูบของเหลว จากจุดที่มีเฮดกดดันต่ำ (Low Pressure Head) โดยส่งของเหลวดังกล่าวออกไปตามระบบท่อ ด้วยเฮดความกดดันที่สูงกว่าเดิม (High Pressure Head)

การที่จะให้ของไหลไหลจากจุดที่มีเฮดกดดันต่ำกว่าไปยังจุดที่มีเฮดความกดดันสูงนั้น จะต้องใช้ปั๊มทำหน้าที่ในการป้อนพลังงานกลให้แก่ของไหลนั้นๆ เพื่อที่จะทำให้ของไหลมีพลังงานที่จะใช้ขับเคลื่อนตัวเอง โดยสามารถเอาชนะความต้านทานที่จะเกิดขึ้นต่อการไหลภายในระบบนั้น ปั๊มจะสูบของไหลจากทางด้านดูด (Suction) และปล่อยไปยังอีกด้านหนึ่ง (Delivery) โดยรับพลังงานจากเครื่องต้นกำลัง อาทิ เครื่องยนต์ มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น ปั๊ม สามารถจำแนกออกเป็นลักษณะทางด้านไฮดรอลิคส์ ได้เป็น 4 ลักษณะ คือ

แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Pump)

ปั๊มประเภทนี้นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการสูบน้ำ นม สารหล่อลื่น สารละลายเคมี วัสดุทางการเกษตรที่ใช้ในการแปรรูป เป็นต้น มีประสิทธิภาพในการสูบสูงถึง 90 % และยังสามารถออกแบบเพื่อการทำงานที่ระดับความดันสูงได้ ชิ้นส่วนที่หมุนอยู่ภายในเรือนปั๊มจะทำให้เกิดการขับดันของไหล เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) หรือใบพัด (Impeller) ตัวแพร่กระจายน้ำ (Diffuser) จะเป็นส่วนที่อยู่กับที่ ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนเฮดความเร็ว (Velocity Head) ให้อยู่ในรูปความดันสถิต (Static Pressure) ของไหลที่ถูกสูบจะไหลผ่านเข้าสู่ช่องทางเข้า ซึ่งขนานกับพื้นระนาบและถูกผลักดันออกไปตามแนวรัศมีของใบพัดหรือโรเตอร์ กลไกการส่งผ่านพลังงานในโรเตอร์หรือใบพัด จะเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของของไหล ก่อให้เกิดความแตกต่างความดันภายในระบบเกิดการขับดันของไหลให้เกิดการไหลในแนวเส้นรอบวง (Tangentail Flow) เป็นผลให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugul Force) ทำให้เกิดการไหลจากจุดศูนย์กลางของใบพัดออกไปสู่แนวเส้นรอบวง ทุกทิศทางออกไปทางท่อส่ง ดังนั้นของไหลที่ถูกขับดันออกมาก็จะมีทิศทางการไหลที่เกิดจากผลรวมของแรงทั้งสอง ดังภาพประกอบ 4 และ 5

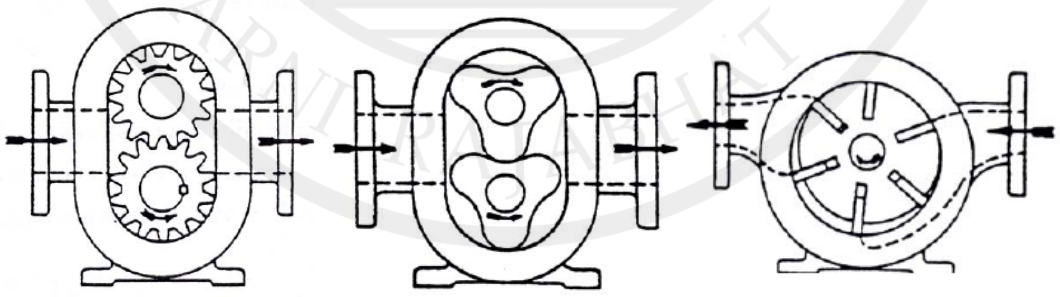
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพประกอบ 4 ทิศทางการไหลของของไหลขณะผ่านออกจากใบพัดของ Centrifugal Pump
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ม.ป.ป. : 39

ภาพประกอบ 5 ลักษณะทั่วๆไปของ Centrifugal Pump
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ม.ป.ป. : 40

แบบโรตารี่ (Rotary Pumps)

ทำงานโดยอาศัยหลักการแทนที่ของเหลวภายในห้องของตัวปั๊มด้วยการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนซึ่งหมุนเพื่อทำให้เกิดความแตกต่างของความดันภายในระบบ ของเหลวจะถูกดูดเข้าและอัดให้เกิดแรงดันสูงขึ้นแล้วปล่อยออกมาทางด้านปล่อย ชิ้นส่วนที่หมุนดังกล่าวเรียกว่า โรเตอร์ การหมุนของโรเตอร์จะก่อให้เกิดการแทนที่ของของเหลวขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ของไหลที่ไหลผ่านปั๊มมีอัตราการไหลอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ปั๊มแบบนี้จะมีอัตราการสูบต่ำกว่าปั๊มประเภทอื่นๆ เนื่องจากอัตราการแทนที่ของเหลวมีค่าต่ำโดยทั่วไปจะมีประสิทธิภาพประมาณ 80 – 85% ขึ้นอยู่กับการสูญเสีย เนื่องจากความเสียดทานและคุณลักษณะของของไหลที่ใช้สูบหรือมากกว่านี้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่ดีกว่า ดังภาพประกอบ 6

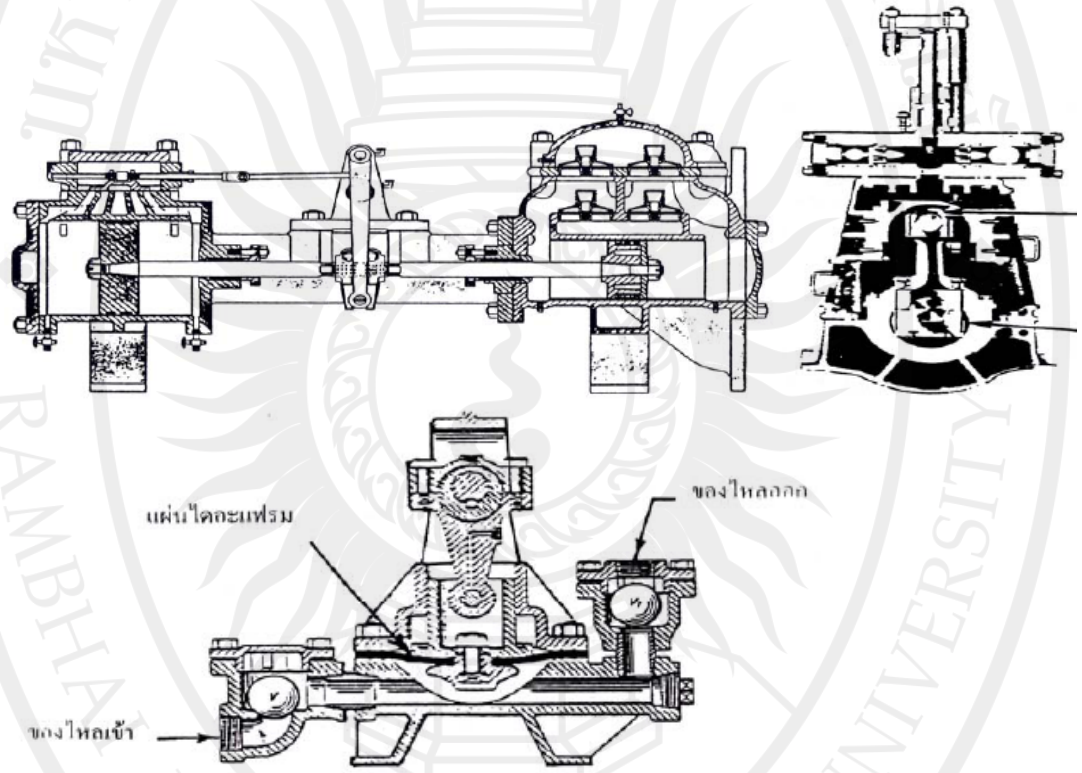


ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพประกอบ 6 ปั๊มแบบโรตารี่แบบต่างๆ
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ม.ป.ป. : 40

ปั๊มแบบเลื่อนชักหรือแบบลูกสูบ (Reciprocating Pumps)

ปั๊มแบบเลื่อนชักจะมีลักษณะการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา โดยมีลูกสูบทำหน้าที่ในการอัดของไหลภายในกระบอกสูบให้มีความดันสูงขึ้น ด้วยการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา เหมาะสำหรับสูบของไหลในปริมาณที่ไม่มากนัก แต่ต้องการเฮดในระบบที่สูง ของเหลวที่ใช้ปั๊มประเภทนี้จะต้องมีความสะอาดเพียงพอที่ไม่ทำให้ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ภายในกระบอกสูบเกิดการสึกหรอที่เร็วขึ้น การอัดตัวของของไหลแต่ละครั้งจะเป็นจังหวะตามการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาของสูบ ไม่มีการต่อเนื่องกันจึงทำให้การไหลของของไหลมีลักษณะเป็นห้วงๆ (Pulsation) ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ปั๊มเลื่อนชักหรือแบบลูกสูบแบบต่างๆ
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ม.ป.ป. : 41

เครื่องพ่นสารเคมี

ภาควิชาเกษตรกลวิธาน (ออนไลน์. 2553) กล่าวว่า เครื่องพ่นสารเคมีเป็นอุปกรณ์สำคัญที่เกษตรกรใช้เพื่อแพร่กระจ่ายสารเคมีหรือปุ๋ย ให้คลุมเป้าหมายที่ต้องการ การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชให้ได้ผลดีและประหยัด ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องพ่นสารนั้นๆ เครื่องพ่นสารเคมีที่ผลิตออกจำหน่ายเพื่อใช้ในสวนผลไม้ปัจจุบันมีมากแบบหลายชนิด แต่แบบที่นิยมใช้กันมากคือ แบบแรงดันน้ำ และแบบที่กำลังจะเข้ามาแทนที่ คือ แบบอาศัยลมพาหรือแบบผสมกับอากาศ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1. เครื่องพ่นสารเคมีแบบแรงดันน้ำ เครื่องพ่นสารเคมีแบบนี้ อาศัยปั๊มซึ่งทำหน้าที่ดูดและดันสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากถังเก็บให้ผ่านหัวฉีดออกมาเป็นละออง แล้วเคลื่อนที่ไปยังใบพืช ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมาย ปั๊มที่ใช้กับเครื่องพ่นยาแบบนี้ส่วนใหญ่เป็นแบบลูกสูบ เพราะปั๊มแบบนี้ให้แรงดันสูงเหมาะสำหรับดันละอองยาให้ออกไปได้ไกลๆ เครื่องพ่นยาที่ใช้ปั๊มแบบนี้จึงมักจะติดตั้งถังเก็บความดันไว้ด้วยเพื่อลดแรงกระโชกที่เกิดขึ้นในจังหวะอัดของปั๊ม ดังภาพประกอบ 8

ภาพประกอบ 8 เครื่องพ่นสารเคมีแบบแรงดันน้ำ

2. เครื่องพ่นสารเคมีแบบลมพาหรือแบบผสมกับอากาศ การทำงานของเครื่องพ่นสารเคมีแบบนี้จะอาศัยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ปั๊มและลม โดยที่ปั๊มจะทำหน้าที่ดูดและดันสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ที่ละลายน้ำจากถังเก็บมาออกที่หัวฉีด ซึ่งหัวฉีดนี้จะติดตั้งอยู่ในทิศทางของลมที่เกิดจากการหมุนของพัดลม สำหรับจำนวนหัวฉีดนั้นอาจจะมีหลายหัวแล้วแต่การออกแบบ เมื่อน้ำยาถูกดันออกจากหัวฉีด กระแสลมที่เกิดจากพัดลมจะพาละอองยาเหล่านี้ไปยังเป้าหมาย ดังนั้นขนาดของละอองยาที่ผ่านหัวฉีดออกมาจึงจะสามารถที่จะกำหนดให้มีขนาดเล็กได้ โดยทั่วไปจะมีขนาดเล็กกว่าละอองที่เกิดขึ้นจากเครื่องพ่นสารเคมีแบบแรงดันน้ำ จึงทำให้ปริมาณสารเคมีที่ใช้ต่อไร่ลดลง นอกจากนั้นกระแสลมยังทำหน้าที่เป่าใบพืชให้พลิกไปมา จึงทำให้ละอองยาเกิดการแทรกตัวเข้าไปภายในพุ่มได้อย่างสะดวกและใบพืชสามารถรับละอองยาได้อย่างทั่วถึง

เครื่องพ่นสารเคมีแบบนี้ส่วนใหญ่อาศัยกำลังจากรถแทรกเตอร์มาใช้ในการพ่นน้ำยาเคมี สำหรับส่วนประกอบที่สำคัญนั้น ได้แก่ ถังใส่ยา ปั๊ม ลิ้นบังคับความดัน พัดลม และหัวฉีด สำหรับตัวถังใส่ยานั้นโดยวัสดุที่ใช้อาจจะทำจากโลหะหรือพลาสติก แต่ข้อสำคัญคือจะต้องไม่เป็นสนิม สำหรับขนาดนั้นต้องไม่ใหญ่เกินกว่าที่รถแทรกเตอร์จะรับน้ำหนักได้ ส่วนใหญ่จะติดตั้ง

อยู่ด้านหลังรถ แต่อาจจะติดตั้งไว้ด้านหน้าหรือด้านข้างได้ เพื่อเป็นการกระจายน้ำหนักออกไป เพื่อให้รถแทรกเตอร์ทรงตัวได้ดี ส่วนปากถังนั้นควรจะใหญ่พอที่จะใช้มือล้วงไปทำความสะอาดได้ ถ้าจำเป็น นอกจากนั้นก็ควรจะมีตะแกรงกรองแขวนแนบไว้กับปากถัง เพื่อกรองสิ่งสกปรกออกจากน้ำที่เติมเข้าไปในถัง แต่สิ่งที่ขาดไม่ได้ก็คือที่ก้นถังควรจะมีรูระบายน้ำยา ซึ่งจำเป็นต้องใช้เมื่อมีการล้างถัง ภายในถังน้ำยาส่วนใหญ่จะมีกลไกสำหรับกวนน้ำยาติดตั้งไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้สารเคมีเกิดการตกตะกอน ในการพ่นต้องให้หัวฉีดและปากปล่องของพัดลมพัดใหญ่หันขึ้นด้านบนทรงพุ่ม เนื่องจากมาตรฐานการพ่นได้แบ่งปริมาณน้ำยาที่พ่นใส่ทรงพุ่มในแต่ละโซน ดังนี้

1/3 ของด้านบนทรงพุ่มต้องการน้ำยา 60%

1/3 ตรงกลางทรงพุ่มต้องการน้ำยา 30%

1/3 ด้านล่างทรงพุ่มต้องการน้ำยา 10%

เครื่องพ่นสารเคมีแบบนี้จะมีการจัดวางตำแหน่งของหัวฉีดและพัดลมให้น้ำยาถูกพ่นออกมาได้ 3 รูปแบบ เพื่อที่ละอองยาจะได้เดินทางไปสู่เป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังภาพประกอบ 9

2.1 แบบวงกลม เครื่องพ่นสารเคมีชนิดนี้จะมีการติดตั้งหัวฉีดเป็นระยะๆ รอบๆ ใบพัด เมื่อพัดลมเป่าลมออกมาในแนวรัศมี น้ำยาจะกระจายออกโดยรอบ มีลักษณะคล้ายแพนหางนกยูง

2.2 แบบเป็นลำ เครื่องพ่นสารเคมีชนิดนี้มีลักษณะคล้ายปืนใหญ่ หรือเครื่องผสมปูน โดยจะติดตั้งหัวฉีดไว้บริเวณขอบพัดลมจะเป่าลมออกมา และสามารถพาละอองยาไปได้ไกลกว่า 50 เมตร

2.3 แบบขนานพื้น เครื่องพ่นสารเคมีแบบนี้ จะจัดวางตำแหน่งของหัวฉีดบนแขนพ่นที่ขนานกับพื้นดิน พัดลมจะอยู่สูงกว่าลมที่เกิดจากพัดลมจะพาละอองยาลงไปใต้แขนพ่น ดังนั้นพืชเป้าหมายจึงควรจะอยู่ต่ำกว่าแขนพ่น

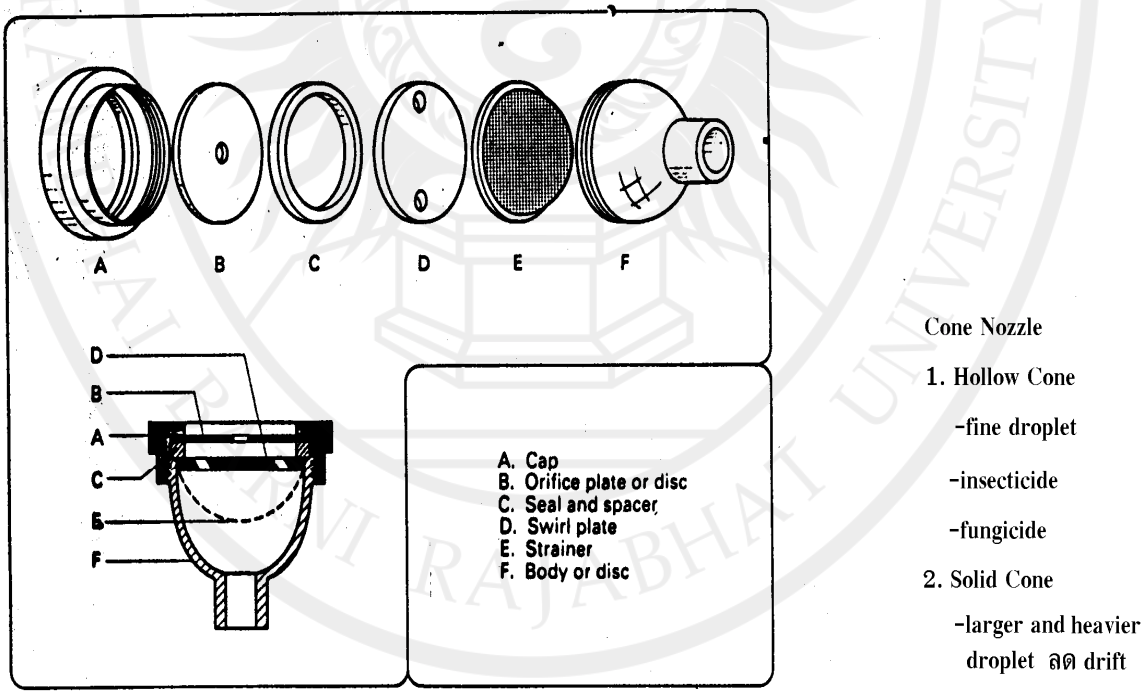
(ก) แบบวงกลม (ข) แบบเป็นลำ (ค) แบบขนานพื้น

ภาพประกอบ 9 เครื่องพ่นสารเคมีแบบลมพาหรือแบบผสมกับอากาศ

ขนาดและชนิดของหัวฉีด

ภาควิชาเกษตรกลวิธาน (ออนไลน์. 2553) กล่าวว่า หัวฉีดมีหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีรูที่ให้น้ำยาเคมีผ่านออกมาเป็นละอองอยู่หลายขนาด ละอองยาที่กระจายตัวออกมานั้นมีขนาดตั้งแต่ 1 ถึง 200 ไมครอน ละอองยาขนาดใหญ่มีแรงปะทะกับต้นพืชได้ดี แต่พ่นออกไปไม่ได้ไกลเท่าละอองยาที่มีขนาดเล็กกว่า ซึ่งแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

หัวฉีดแบบกรวย เป็นหัวฉีดที่นิยมใช้กันมากในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 2 ชิ้น คือ รูหัวฉีด ทำด้วยโลหะบางๆ เจาะรูขนาดเล็กตรงกลาง และแผ่นที่ทำให้เกิดกระแสวน ทำด้วยโลหะหรือวัสดุแข็งเป็นแผ่นบางๆ หรือเป็นแท่งกลม มีรูหรือร่องเอียงให้ของเหลวไหลผ่าน เพื่อให้เกิดการหมุนวนด้านหลังของรูหัวฉีด และเมื่อผ่านรูหัวฉีดออกไปจะมีการกระจายของละอองสาร มีด้วยกัน 2 รูปแบบ ถ้าพื้นที่ตรงกลางของรูปกรวยนั้นเรียกว่า หัวฉีดแบบกรวยกลวง (Hollow Cone Nozzle) แต่ถ้ารูปกรวยนั้นมีละอองสารกระจายเต็มในวงกลม เรียกว่าหัวฉีดแบบกรวยทึบ (Solid Cone Nozzle) โดยทั่วไปนิยมให้หัวฉีดแบบกรวยกลวงมากกว่ากรวยทึบเนื่องจากสิ้นเปลืองสารน้อยกว่า ดังภาพประกอบ 10 และ 11



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพประกอบ 10 ส่วนประกอบของหัวฉีดแบบกรวย
ที่มา : ภาควิชาเกษตรกลวิธาน. ออนไลน์. 2553

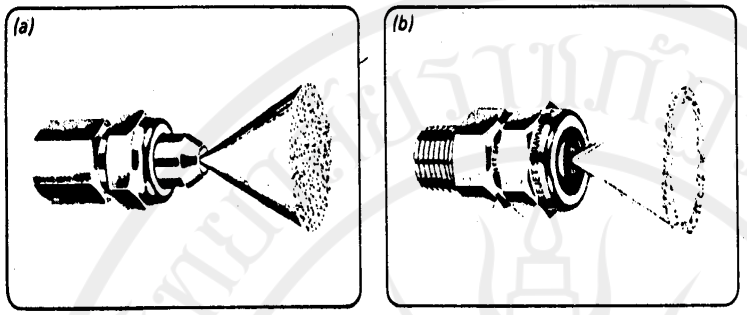
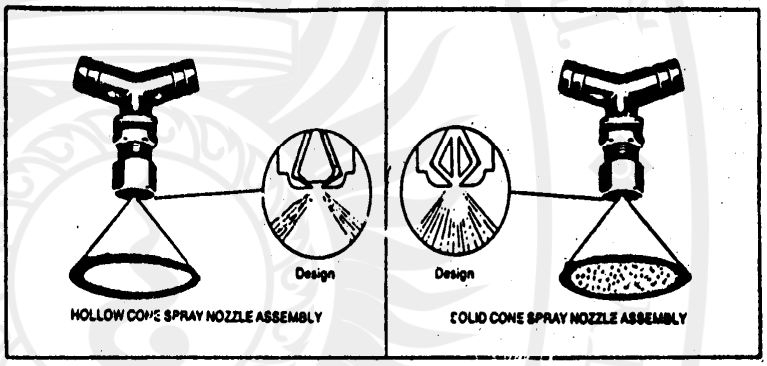


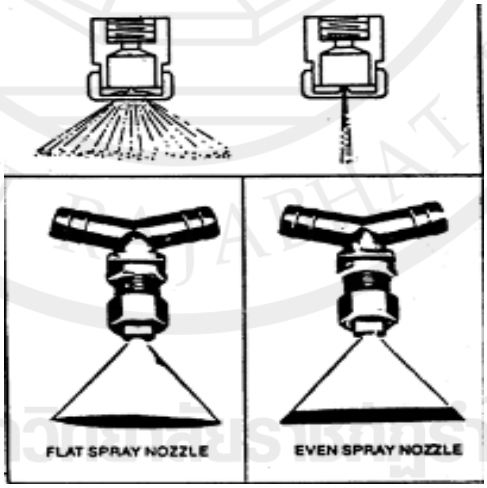
Fig. (*a*) Solid cone nozzle, (*b*) Hollow cone – disc type,(*c*) Hollow cone – 'Conejet' type. (Spraying Systems Co.)



ภาพประกอบ 11 หัวฉีดแบบกรวยกลวงและกรวยทึบ

ที่มา : ภาควิชาเกษตรกลวิธาน. ออนไลน์. 2553

หัวฉีดแบบรูปพัด หัวฉีดแบบนี้พ่นสารเคมีออกมาในลักษณะรูปวงรี เหมาะสำหรับพ่นสารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดวัชพืช แมลง หรือพ่นปุ๋ยให้แก่พืช ดังภาพประกอบ 12

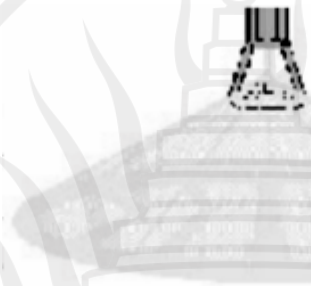


ภาพประกอบ 12 การกระจายของละอองจากหัวฉีดรูปพัด

ที่มา : ภาควิชาเกษตรกลวิธาน. ออนไลน์. 2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

หัวฉีดแบบกระทบ หัวฉีดแบบนี้ปล่อยให้น้ำยาไหลพุ่งออกมาจากรูเปิดและกระทบกับตัวกั้น ทำให้น้ำยาแตกออกเป็นละอองในลักษณะรูปวงรีที่เรียวยาวกว่าหัวฉีดแบบรูปพัด สำหรับการติดตั้งนั้น อาจจะติดหัวฉีดได้ทั้งในแนวนอน และในแนวตั้ง ส่วนใหญ่จะใช้พ่นปุ๋ย หรือสารเคมีกำจัดวัชพืชที่เจริญเป็นต้นอ่อนแล้ว ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 หัวฉีดแบบกระทบ
ที่มา : ภาควิชาเกษตรกลวิธาน. ออนไลน์. 2553

ขนาดละอองน้ำยา

ในการพ่นเพื่อควบคุมแมลงและโรคพืช มักต้องการละอองขนาด 50-150 ไมครอน โดยความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของละออง อุณหภูมิและความชื้นที่มีผลต่ออายุของละออง เนื่องจากละอองมีขนาดเล็กมาก ดังนั้นจึงระเหยหายไปในเวลาอันรวดเร็ว ความรู้เรื่องอัตราการระเหยหรืออายุของละอองจะช่วยให้เลือกการปรับหัวฉีด ความดัน อัตราการพ่น ตลอดจนช่วงเวลาที่พ่นเป็นไปอย่างถูกต้อง เพื่อให้ละอองมีอายุยาวนานเพียงพอที่จะสามารถควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชอย่างได้ผล

ตาราง 5 อายุของละอองและระยะทางที่ละอองร่วงหล่นที่ในสภาพอากาศนิ่ง อุณหภูมิ 30^{O}C, ความชื้นสัมพันธ์ 50%

ขนาดของละออง (ไมครอน)	อายุของละออง (วินาที)	ระยะทางที่ร่วงหล่น (เมตร)
50	4	0.15
100	16	2.4
200	65	39.0

ที่มา : มงคล กวางวโรภาส. ออนไลน์. 2546

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากตาราง 5 จะเห็นว่าละอองขนาด 100 ไมครอน มีอายุเพียง 16 วินาที และระยะทางร่วงหล่นเพียง 2.4 เมตร ดังนั้นการฉีดพ่นเข้าในทรงพุ่มจะต้องทั่วถึงจริงๆ และไม่ควรทำงานในอากาศร้อนจัด องค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลกระทบต่ออัตราการพ่นน้ำยาเคมีลงบนแปลงเพาะปลูกเพื่อให้ต้นพืชได้รับละอองยาอย่างสม่ำเสมอ ดังนี้

1. ความดันของน้ำยาเคมี ถ้าน้ำยาเคมีถูกพ่นออกมาจากแขนพ่นยาด้วยแรงดันสูง โดยที่ขนาดของหัวฉีดไม่เปลี่ยนแปลง น้ำยาเคมีจะถูกพ่นออกมามากและขนาดของละอองยาจะเล็กลง

2. ความเร็วในการขับเคลื่อน ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์สามารถทำให้อัตราการพ่นยาเปลี่ยนแปลงไป โดยปกติทั่วไปปั๊มของเครื่องพ่นยาจะหมุนอยู่ด้วยความเร็ว 540 รอบต่อนาที โดยได้รับกำลังจากเพลาอำนวยกำลัง ดังนั้นความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะต้องคงที่ (ประมาณ 2,000 รอบ/นาที) แต่ความเร็วของรถแทรกเตอร์ได้มาจากการเปลี่ยนเกียร์ โดยปกติความเร็วในการพ่นยาจะมีค่าประมาณ 5-7 กิโลเมตร/ชั่วโมง ถ้าลดความเร็วในการเคลื่อนที่ลงครึ่งหนึ่ง อัตราการพ่นยาก็อาจจะสูงขึ้นถึง 2 เท่า

3. ความเข้มข้นของน้ำยาเคมี น้ำยาที่ผสมกับสารเคมีด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกันย่อมมีความเข้มข้นที่แตกต่างกัน เครื่องพ่นยาย่อมใช้ความดันในการพ่นน้ำยามีความเข้มข้นสูงออกไปมากกว่าน้ำยาที่มีความเข้มข้นต่ำ (มงคล กวางวโรภาส. ออนไลน์. 2553)

CIBA-GEIGY (1989 : 124) ได้ให้มาตรฐานของการกระจายของละอองที่ทำการฉีดพ่นจากหัวฉีดไว้ว่า จำนวนละอองที่ทำการฉีดพ่นนั้นจะต้องมีค่าเฉลี่ยแล้วประมาณ 20 ละอองต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งการที่จะให้ได้จำนวนละอองที่เหมาะสมนั้นจะต้องมีปัจจัยในหลายๆ อย่าง เช่นความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องฉีดพ่น ความดันที่เหมาะสม ลักษณะของหัวฉีดละออง เป็นต้น

เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ความหมายของเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เศรษฐศาสตร์ หมายถึง การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อตอบสนองความต้องการที่มีอยู่อย่างไม่จำกัด

เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม หมายถึง การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในทางวิศวกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ โดยวัดจากคุณค่าของผลงานด้านวิศวกรรม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ในทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมสามารถจำแนกประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรหรือการวัดคุณค่าของผลงานด้านวิศวกรรมได้ใน 2 ลักษณะ คือ ประสิทธิภาพเชิงฟิสิกส์ และประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์

1. ประสิทธิภาพเชิงกายภาพ คือ การเปรียบเทียบผลที่ได้รับ (Output) กับงานที่ใช้ไป (Input) ดังสมการ

$$\text{ประสิทธิภาพเชิงกายภาพ} = \frac{\text{ผลที่ได้รับ (Output)}}{\text{งานที่ใช้ไป (Input)}} \times 100$$

ประสิทธิภาพเชิงกายภาพมักมีค่าไม่เกิน 100% เนื่องจากจะต้องมีการสูญเสียพลังงานไปกับสภาพแวดล้อม ผลที่ได้รับมักจะน้อยกว่างานที่ใช้ไปเสมอ

2. ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ คือ การนำเอามูลค่าของเงินที่ได้ (Worth) หารด้วยมูลค่าของเงินที่จ่าย (Cost) ดังสมการ

$$\text{ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์} = \frac{\text{มูลค่าของเงินที่ได้ (Worth)}}{\text{มูลค่าของเงินที่จ่าย (Cost)}} \times 100$$

ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์มักมีค่ามากกว่า 100% เพราะถ้าหากน้อยกว่า 100% ถือว่าโครงการนั้นขาดทุน

ความหมายและชนิดของต้นทุน

1. ความหมายของต้นทุน

ต้นทุน (Cost) หมายถึง รายจ่ายที่เกิดขึ้นเพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าหรือบริการโดยคาดหวังว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์หรือได้ผลตอบแทนกลับมาไม่ว่าในปัจจุบันหรืออนาคต ซึ่งการได้มาซึ่งสินค้าและบริการนั้นอาจใช้เงินสด สินทรัพย์อื่นๆ หรือการให้บริการเพื่อแลกมาก็ได้

ในทางบัญชี ต้นทุน ยังหมายถึง ตัวเลขข้อมูลทางบัญชีที่ได้ทำการบันทึกไว้ เพื่อใช้ในการวางแผน ควบคุมการดำเนินงาน วางแผนงบประมาณในการจัดซื้อวัตถุดิบ จ้างแรงงาน ตลอดจนคำนวณออกมาเป็นราคาขาย และประมาณการกำไร เพื่อใช้ในการตัดสินใจลดหรือเพิ่มการลงทุนในอนาคต

ในด้านการผลิตอุตสาหกรรม ต้นทุน จะหมายถึง จำนวนเงินที่ใช้จ่ายไปในการผลิตสินค้าทุกขั้นตอน ในด้านบริการต้นทุน จะหมายถึง ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการให้บริการแก่ลูกค้าได้ เช่น บริการธรุกิจสปาหรือนวดแผนไทย ต้นทุนจะได้แก่ ค่าสถานที่และค่าจ้างพนักงาน

2. ชนิดของต้นทุน

2.1 การจำแนกต้นทุนตามหน้าที่การผลิต แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

2.1.1 ค่าวัสดุทางตรง (Direct Materials) เป็นต้นทุนที่นำไปซื้อหรือเพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุดิบซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญในการผลิตของสินค้า

2.1.2 ค่าแรงงานทางตรง (Direct Labor) เป็นต้นทุนที่ใช้ในการจ้างแรงงานเพื่อให้แรงงานดังกล่าวนำวัตถุดิบมาทำการแปรสภาพเป็นสินค้าหรือบริการต่างๆ เช่น ค่าจ้างที่จ่ายให้ช่างตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูป

2.1.3 ค่าใช้จ่ายในการผลิต (Manufacturing Overhead) หรือค่าโสหุ้ย จะเป็นค่าใช้จ่ายอื่นๆ อาทิ ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าเช่าโรงงาน เป็นต้น

2.2 การจำแนกต้นทุนตามพฤติกรรมต้นทุน แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

2.2.1 ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) จะหมายถึง ต้นทุนที่มีจำนวนไม่เปลี่ยนแปลงแปรผันตามปริมาณการผลิต ไม่ว่าจะมีการผลิตมากน้อยเพียงใด ต้นทุนคงที่นี้จะเท่าเดิมเสมอแม้ว่าจะไม่มีการผลิตก็ต้องเสียต้นทุนนี้ เช่น ค่าก่อสร้างโรงงาน ค่าเครื่องจักร

2.2.2 ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) จะหมายถึง ต้นทุนที่มีการเปลี่ยนแปลงแปรผันไปตามจำนวนการผลิต เมื่อการผลิตจำนวนมากขึ้นแล้วต้นทุนแปรผันจะมีจำนวนมากขึ้นด้วย

2.2.3 ต้นทุนรวม (Total Cost) หมายถึง ต้นทุนทั้งหมดในการดำเนินการ ซึ่งเป็นผลรวมของต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผันนั้นเอง

2.3 การจำแนกต้นทุนตามความสัมพันธ์ของต้นทุนกับสาเหตุของทุน

2.3.1 ต้นทุนทางตรง (Direct Cost) เป็นต้นทุนที่สามารถรู้ได้ว่าเกิดจากการทำกิจกรรมหรือการผลิตผลิตภัณฑ์ใด เช่น ต้นทุนวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง ซึ่งเราทราบว่าจะนำไปผลิตสินค้าใด

2.3.2 ต้นทุนทางอ้อม (Indirect Cost) จะเป็นต้นทุนของการดำเนินกิจกรรมหรือการผลิตที่ไม่สามารถแยกได้ว่าเกิดจากกิจกรรมหรือผลิตภัณฑ์ หรือแผนกใดโดยเฉพาะ เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร ค่าประกันภัย

2.4 การจำแนกต้นทุนเพื่อใช้ในการตัดสินใจ และต้นทุนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 ต้นทุนเริ่มแรก (First Costs) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ต้องจ่ายเมื่อเริ่มมีการลงทุนหรือดำเนินการโครงการต่างๆ ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนนี้ ยกตัวอย่างเช่น ค่าซื้อที่ดิน ค่าก่อสร้างอาคาร โรงงาน ค่าเครื่องจักร ค่าติดตั้งเครื่องจักร

2.4.2 ต้นทุนอนาคต (Future Cost) เป็นต้นทุนต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นหรือต้องจ่ายในอนาคต เพื่อใช้ประกอบในการตัดสินใจต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับช่วงเวลา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

2.4.3 ต้นทุนทางบัญชี (Book Cost) จะเป็นต้นทุนที่ลงหรือบันทึกไว้ในบัญชี ซึ่งโดยปกติแล้วการลงทุนซื้อเครื่องจักรหรือสร้างอาคารสถานที่ต่างๆ จะมีการหักค่าเสื่อมราคา

ในแต่ละปีออก เช่น เครื่องจักรราคา 1 ล้านบาท หากเรากำหนดให้มีอายุการใช้งาน 5 ปี จะคิดค่าเสื่อมเท่ากับ 1,000,000/5 หรือ 200,000 บาทต่อปี ดังนั้นเมื่อเครื่องจักรดังกล่าวใช้งานไปแล้ว 4 ปี จะมีมูลค่าทางบัญชีเหลือ 200,000 บาท ในขณะที่หากนำไปขายจริงอาจได้ราคามากกว่าหรือน้อยกว่าราคาตามบัญชีดังกล่าวก็ได้

2.4.4 ต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) เช่น การเลือกลงทุนมี 3 แนวทาง อาจได้กำไรต่างกัน

2.4.5 ต้นทุนจม (Sunk Cost) เป็นต้นทุนที่ได้จ่ายแล้วเมื่อในอดีต นอกจากนี้ยังหมายถึง ต้นทุนที่ขาดหายไปไม่สามารถเรียกกลับคืนได้ เช่น เครื่องจักรเมื่อผ่านการใช้งานมา 4 ปี แล้วมีมูลค่าทางบัญชีเมื่อหักค่าเสื่อมแล้วเหลือมูลค่า 100,000 บาท แต่เมื่อนำไปขายจริงได้ราคาเพียง 40,000 บาท เงินหกหมื่นบาทที่หายไปนี้คือต้นทุนจมที่หายไปไม่สามารถเรียกคืนได้

2.4.6 ต้นทุนเพิ่ม (Incremental Cost) เป็นรายจ่ายที่เพิ่มขึ้นในการเพิ่มการลงทุนขยาย หรือเพิ่มการดำเนินงานจากในระดับปัจจุบัน เช่น การขยายธุรกิจ โดยการสร้างโรงงานใหม่ซื้อเครื่องจักรใหม่เพิ่มขึ้น

2.4.7 ต้นทุนส่วนเพิ่ม (Marginal Cost) คือ ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นอันเป็นผลจากการผลิตสินค้าเพิ่มขึ้น 1 หน่วย

2.4.8 ต้นทุนเปลี่ยนย้ายได้ (Postponable Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช่จ่ายที่สามารถกำหนดลดหรือเพิ่มได้ เปลี่ยนไปตามความจำเป็นในช่วงเวลาต่างๆ เช่น ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรหรืออาคาร ในช่วงเวลาที่บริษัทขาดทุนหรือมีกำไรน้อยอาจตัดค่าใช่จ่ายส่วนนี้ให้น้อยแค่เพียงพอต่อความจำเป็น โดยเก็บหรือย้ายค่าใช้จ่ายไปดำเนินการในช่วงที่บริษัทมีกำไรสูงหรือมีเงินเพียงพอ

2.4.9 ต้นทุนแยกได้และต้นทุนร่วม (Traceable and Common Cost) การแยกประเภทแบบนี้มักจะใช้ในกรณีที่มีการผลิตสินค้ามากกว่าหนึ่งชนิด

2.4.10 ต้นทุนทดแทนทรัพย์สิน (Replacement Cost) เมื่อมีการลงทุนดำเนินโครงการต่างๆ ไปแล้ว โดยอาจมีการสร้างอาคารโรงงาน ซื้อเครื่องจักรอุปกรณ์ สิ่งเหล่านี้เมื่อมีการใช้งานไประยะหนึ่งจะมีการเสื่อมหรือลดประสิทธิภาพลง จำเป็นต้องมีการสร้างหรือซื้อมาทดแทนเพื่อให้การผลิตสามารถดำเนินต่อไปได้ ค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องจักรเพื่อมาชดเชยของที่เสื่อมสภาพเหล่านี้จะเรียกว่า ต้นทุนทดแทนทรัพย์สิน

2.4.11 ต้นทุนเงินสด (Cash Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการลงทุนหรือดำเนินการต่างๆ ที่ชำระด้วยเงินสด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

2.4.12 ต้นทุนในการดำเนินการ หรือต้นทุนในการดำเนินการผลิต เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของกิจการ หรือโครงการที่ได้ลงทุนไป ตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การขาย การขนส่งสินค้าแก่ลูกค้า ตลอดจนการบริหารงานในทุกขั้นตอน แบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1) ต้นทุนในการผลิต ซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น

(1) ค่าวัสดุโดยตรง (Direct Material Cost) หรือค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

(2) ค่าแรงงานโดยตรง (Direct Labor Cost) หรือค่าจ้างแรงงานที่ใช้ในการผลิต

(3) ค่าใช้จ่ายอื่นๆ หรือค่าโสหุ้ย (Overhead Cost) ได้แก่ ค่าพลังงาน ค่าซ่อมแซม

2) ค่าใช้จ่ายในการขาย รวมถึงค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานขาย ค่าใช้จ่ายในสำนักงานขาย ค่าขนส่งสินค้า ค่าโฆษณา เป็นต้น

3) ค่าใช้จ่ายในการบริหาร ได้แก่ เงินเดือนพนักงาน ค่าใช้จ่ายในสำนักงาน ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดต่างๆ

4) ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าดอกเบี้ย ค่าประกันภัย

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-Even Analysis) จึงเป็นการวิเคราะห์และอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการผลิต (ต้นทุนคงที่ ต้นทุนแปรผัน และต้นทุนรวม) ต่อปริมาณการผลิตและราคาขาย (ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดรายได้) โดยจุดคุ้มทุน (Break-Even Point) จะหมายถึงจุดที่ปริมาณการผลิตทำให้เกิดรายได้เท่ากับรายจ่ายหรือต้นทุนการผลิตพอดี ซึ่งหากมีการผลิตน้อยกว่าปริมาณของจุดคุ้มทุนนี้จะทำให้ขาดทุน แต่หากว่าสามารถผลิตหรือขายได้มากกว่าปริมาณของจุดคุ้มทุนนี้ก็จะเกิดกำไร

1. วิธีการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

ในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนอาจดำเนินการวิเคราะห์ได้ใน 2 วิธี คือ การคำนวณจากต้นทุนและรายได้ และการวิเคราะห์โดยใช้กราฟ

1.1 การคำนวณจากต้นทุนและรายได้

1.1.1 ต้นทุน (Cost)

ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นว่าในทางเศรษฐศาสตร์สามารถแบ่งต้นทุนออกได้เป็นต้นทุนคงที่ ต้นทุนแปรผัน และต้นทุนรวม

ต้นทุนคงที่ (Fix Cost) = ต้นทุนที่คงที่ไม่แปรผันตามจำนวนการผลิต

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) = ต้นทุนที่มีการแปรผันตามจำนวนการผลิต

ต้นทุนรวม (Total Cost) = ต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตหรือก็คือผลรวมของต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน

ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคงที่ ต้นทุนแปรผัน และต้นทุนรวม สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

Total Cost (TC) = Fix Cost (FC) + Variable Cost (VC)

โดย VC = ราคาของต้นทุนแปรผันต่อหน่วย x จำนวนที่ได้

= vc x Q

ดังนั้น TC = FC + (vc x Q) ……..(1)

เมื่อ Q = ปริมาณที่ผลิตหรือขาย

FC = ต้นทุนคงที่

vc = ราคาต้นทุนแปรผันต่อหน่วย

1.1.2 รายได้ (Revenue)

รายได้ คือ เงินที่ผู้ลงทุนได้รับตอบแทนอันเป็นผลจากการลงทุนนั้น ในกรณีของการผลิตสินค้าออกขาย รายได้ที่ได้รับจะขึ้นอยู่กับราคาและปริมาณสินค้าที่ขาย ดังสมการ

TR = p x Q …. ……..(2)

เมื่อ TR = รายได้ (Total Revenue; TR)

p = ราคาขายต่อหน่วย

Q = ปริมาณที่ผลิตหรือขาย

1.1.3 กำไร (Profit)

กำไรเป็นผลตอบแทนที่ผู้ประกอบการหรือนักลงทุนได้รับจากการดำเนินกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งปกติแล้วก็คือส่วนต่างของรายได้ที่ได้รับกับต้นทุนที่ได้ลงทุนไปทั้งหมด ดังสมการ

Profit (π) = รายได้ (TR) – ต้นทุน (C)

จาก (1) และ (2) จะได้

π = pQ – [FC + (vc x Q)]

หรือ π = Q (p-vc) – FC ……..(3)

1.1.4 จุดคุ้มทุน (Break-Even Point)

ดังที่ได้ทราบจากข้างต้น จุดคุ้มทุนเป็นจุดที่รายได้ที่ได้รับจากการดำเนินการหรือการลงทุนเท่ากับรายได้ที่ได้รับพอดี หรือกล่าวได้ว่าที่จุดคุ้มทุนต้นทุนจะเท่ากับรายได้ ดังสมการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ต้นทุน (TC) = รายได้ (TR)

จากสมการ (1) และ (2) จะได้

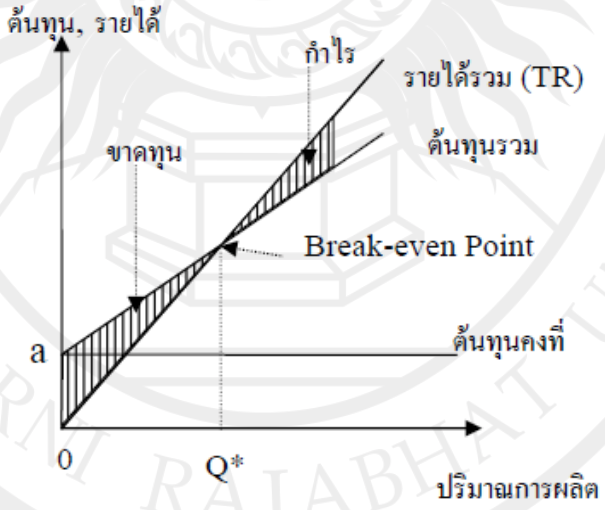
FC + Q(vc) = p x Q

หรือ Q* = FC / (p – vc)

โดย Q หรือ Q* จะเป็นปริมาณการผลิตที่คุ้มทุน (เป็นจุดที่จะช่วยตัดสินใจว่าผู้ประกอบการต้องมีการผลิตและขายอย่างน้อยเท่าไรจึงจะคุ้มทุนพอดี)

1.2 การวิเคราะห์โดยใช้กราฟ

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนยังสามารถอธิบายได้โดยใช้กราฟ โดยให้แกนตั้งของกราฟแสดงจำนวนต้นทุนและรายได้ ในขณะที่ให้แกนนอนแสดงปริมาณการผลิต ดังภาพประกอบ 14 เส้นแสดงรายได้จะเป็นเส้นทอดขึ้นออกจากจุดกำเนิด ซึ่งแสดงว่าเมื่อไม่มีการผลิตหรือขายจะไม่มีรายได้ แต่เมื่อขายสินค้าได้มากขึ้นจะทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น สำหรับต้นทุนในภาพประกอบ 14 แสดงให้เห็นว่าต้นทุนรวมจะเป็นผลรวมของต้นทุนคงที่กับต้นทุนแปรผัน เส้นแสดงต้นทุนจะเป็นเส้นทอดขึ้นเช่นเดียวกับรายได้ แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการผลิตเพิ่มขึ้นต้นทุนในการผลิตจะเพิ่มขึ้นด้วย แม้ไม่มีการผลิตเลย (ที่จุด 0) ก็จะมีต้นทุนเท่ากับ a เนื่องจากค่า a ดังกล่าวเป็นต้นทุนคงที่ที่ไม่ว่าจะผลิตสินค้าหรือไม่ก็ตามก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายนี้ไป



ภาพประกอบ 14 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนโดยใช้กราฟ

ที่มา : ไพบูลย์ แย้มเผื่อน. 2545 : 10

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากการประยุกต์เพื่อหาระยะเวลาคืนทุนจากสูตร Single Payment Compound Amount Factor (SPCAF) (ไพบูลย์ แย้มเผื่อน. 2545 : 10)

$$P = F\left[\frac{1}{(1+i)^n}\right]$$

F = จำนวนเงินต้น หรือมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน

i = อัตราดอกเบี้ย (คิดเป็นทศนิยม) เช่น อัตราดอกเบี้ย 5% จะ = 5/100 = 0.05

n = ระยะเวลาในการคิดดอกเบี้ย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เธียรชัย สันดุษฎี (ออนไลน์. 2542) ได้ทำการศึกษาเรื่อง "เครื่องพ่นสารเคมีชนิดของเหลวแบบพ่นหมอกสำหรับพืชไร่" เพื่อการออกแบบและสร้างเครื่องพ่นหมอก ซึ่งประกอบด้วย ปั๊มน้ำยาสารเคมีแบบสูบชัก และปั๊มอากาศแบบสูบชักเช่นกัน มีถังบรรจุสารเคมี 150 ลิตร และหัวฉีดเป็นแบบชนิดหัวฉีดพ่นหมอก ใช้ความดันอากาศและแรงดันจากปั๊ม โดยมีรูหัวฉีดแบบกรวยพัด อาศัยเพลาอำนวยกำลังจากแทรกเตอร์ด้วยความเร็วรอบใช้งาน 540 รอบต่อนาที จากการทดสอบเครื่องพ่นสารเคมีแบบหมอกกับต้นมันฝรั่ง โดยมีความสูงประมาณที่ 200-250 มิลลิเมตร โดยปลูกเป็นร่องละ 2 แถว ความกว้างของร่อง 1 เมตร ยาว 30 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 0.5 เมตร และระยะห่างระหว่างต้น 0.3 เมตร ผลจากการฉีดพ่นพบว่า ความดันน้ำยาสารเคมีและความดันอากาศที่เหมาะสม คือ 15 และ 4 กิโลปาสคาล ตามลำดับ ซึ่งมีอัตราการฉีดพ่นน้ำยาสารเคมี 291.9 ลิตรต่อไร่ จำนวนละอองน้ำยาสารเคมีต่อตารางเซนติเมตรเท่ากับ 197.25 และขนาดละอองน้ำยาสารเคมีโดยเฉลี่ยเท่ากับ 95.764 ไมครอน โดยความสม่ำเสมอของละอองน้ำยาสารเคมีเท่ากับ 1.122 ด้วยความเร็วในการเคลื่อนที่เท่ากับ 3.04 กิโลเมตรต่อชั่งโมง

วัชรินทร์ สิทธิเจริญ (ออนไลน์. 2548) ได้พัฒนาเครื่องพ่นสารเคมีเพื่อใช้สำหรับพ่นสารเคมีรวมทั้งยากำจัดแมลงชนิดต่างๆ สำหรับพืชผลการเกษตร เช่น ลำไย มะม่วง และลิ้นจี่ เครื่องพ่นสารเคมีที่สร้างขึ้น มีต้นกำลังจากเครื่องยนต์เบนซินกำลังขับ 16 hp ต่อเข้ากับแกนเพลาความเร็วรอบสูงสุด 4,000 รอบ/นาที ส่งกำลังไปขับเคลื่อนล้อด้วยความเร็วรอบ 10–17 ม./นาที ลักษณะการทำงานของเครื่องพ่นสารเคมี สามารถเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ด้วยเสาและมีหัวฉีด 2 หัว พ่นสายสลับกันไป-มา สามารถปรับระดับความเร็วในการส่ายพ่นได้ 2 ระดับ คือ ส่ายพ่นแบบช้าและส่ายพ่นแบบเร็ว มีแขนกระดกขึ้น-ลง เป็นมุมประมาณ 45 องศา ทำให้สามารถฉีดพ่นในระดับความสูงของไม้ผลหรือพันธุ์ไม้ต่างๆ ได้ตั้งแต่ 2.5-5 เมตร และรัศมีวงกว้างในการฉีดพ่น 2-5 เมตร เครื่องพ่นสารเคมีจะมีถังบรรจุสารเคมีขนาด 80 ลิตร มีอัตราการฉีดพ่น 13.5-25.5 นาที/ถัง

มงคล กวางวโรภาส (ออนไลน์. 2546) ได้วิจัยและพัฒนาเครื่องพ่นหมอกในสวนผลไม้ โดยออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องพ่นหมอกชนิดปากปล่อง ตัวเครื่องประกอบด้วย พัดลมชนิดเหวี่ยง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

หนีศูนย์ จำนวน 2 ชุด ติดตั้งเรียงกันบนโครงเครื่องชนิดล้อเลื่อน ซึ่งฉุดลากและขับโดยแทรกเตอร์ขนาดประมาณ 50 แรงม้า โดยได้ออกแบบและศึกษาปากปล่องสองชนิด จากชนิดแรกมีลักษณะเป็นกรวยสวมปากปล่องพัดลมและมีลิ้นแบ่งลม ปากปล่องของพัดลมทั้งสองชุดอยู่ต่างระดับกัน มีหัวฉีดติดตั้งที่ปากกรวย และปากปล่องชนิดที่สองเป็นท่อลมที่โค้งงอได้ มีกลไกโยกปากปล่องให้ส่ายขึ้นลงด้วยอัตราความเร็วประมาณ 1 รอบ/วินาที มีหัวฉีดติดตั้งที่ปลายปากปล่องเช่นกัน หัวฉีดที่ใช้เป็นชนิดกรวยกลวง ความดันน้ำยาเคมีประมาณ 25 บาร์ พัดลมชุดใหญ่เป่าลมออกมาในอัตราประมาณ 200 ลูกบาศก์เมตร/นาที พัดลมชุดเล็กเป่าลมออกมาในอัตราประมาณ 120 ลูกบาศก์เมตร/นาที ความเร็วเฉลี่ยที่ปากปล่องประมาณ 50 และ 32 เมตร/วินาที ตามลำดับ จากการทดลองพ่นต้นมะม่วงที่มีความสูงประมาณ 6 เมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มประมาณ 4-5 เมตร พบว่าพ่นได้ทั่วถึงประมาณ โดยที่ปากปล่องชนิดแรกมีจำนวนละอองเฉลี่ยประมาณ 59 ละออง/ตารางเซนติเมตร และปากปล่องชนิดที่สองมีจำนวนละอองเฉลี่ยประมาณ 59 ละออง/ตารางเซนติเมตร และเป็นการพ่นใส่ด้านเดียว สิ้นเปลืองน้ำยาเฉลี่ยประมาณ 2 ลิตร/ต้น เวลาที่พ่นใส่ต้นโดยตรงเท่ากับ 10 วินาที/ต้น หากต้องการพ่นให้มากกว่านี้ ทำได้โดยพ่นใส่ทั้งสองด้านซึ่งจะสิ้นเปลืองน้ำยาและเวลาที่ใช้พ่นมากขึ้นประมาณเท่าตัว

ทรงศักดิ์ ปัญญาสงค์ (ออนไลน์. 2549) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การพัฒนาเครื่องพ่นสารเคมีการเกษตร” เพื่อศึกษาพัฒนาเครื่องพ่นสารเคมีการเกษตรแบบสะพายหลัง โดยใช้หัวพ่นแบบจานเหวี่ยง ใช้ปั๊มไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12 โวลต์ เพื่อปั๊มสารเคมีไปยังหัวพ่นแบบจานเหวี่ยง และถังน้ำยามีความจุ 10 ลิตร ที่แขนของเครื่องพ่นมีความยาว 150 เซนติเมตร และที่จานเหวี่ยงสามารถปรับมุมใช้งานได้ตามที่ต้องการ ผลการทดสอบจากการออกแบบและการสร้างเครื่องพ่นสารเคมีการเกษตร พบว่า องศาของมุมจานเหวี่ยงที่ 30, 30 และ 60 องศา กับแนวระดับไม่มีผลต่อสัมประสิทธ์การกระจายตัว แต่มีผลต่อพื้นที่ฉีดพ่นคือมุมของจานเหวี่ยงเพิ่มขึ้น พื้นที่ในการฉีดพ่นลดลง ดังนั้นมุมจานเหวี่ยง 0 องศา จึงเหมาะสมที่สุด และความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่มีผลต่อสัมประสิทธ์การกระจายตัวเมื่อทำงานที่ความถี่ในการส่ายแขนพ่นด้วยความถี่ประมาณหนึ่งรอบต่อวินาที

นพดล ตรีรัตน์ (ออนไลน์. 2549) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การออกแบบ สร้างและประเมินผลเครื่องพ่นสารเคมีสำหรับรถไถเดินตาม” ซึ่งมีแนวทางการศึกษาที่ประกอบไปด้วย การศึกษาและประเมินผลเบื้องต้น การพ่นสารเคมีของเครื่องพ่นสารเคมีแบบต่างๆ สำหรับรถไถเดินตาม การออกแบบและสร้างเครื่องพ่นสารเคมีสำหรับรถไถเดินตาม และประเมินผลเครื่องพ่นสารเคมีสำหรับรถไถเดินตาม โดยใช้อัตราการทำงานเชิงพื้นที่ ประสิทธิภาพการทำงานระยะหน้ากว้างการพ่นน้ำยาสารเคมี เปอร์เซ็นต์การกระจายตัวของละอองน้ำยาสารเคมี และอัตราการใช้น้ำยาสารเคมีเป็นค่าชี้สมรรถนะในการทำงาน ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. เครื่องพ่นสารเคมีสำหรับรถไถเดินตาม ติดตั้งเข้ากับรถไถเดินตามที่คานลากของตัวรถไถเดินตาม เครื่องพ่นสารเคมีสำหรับรถไถเดินตามดังกล่าวนี้ มีหัวฉีดเป็นแบบอุปกรณ์เพื่อลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นในบรรยากาศ

2. หลักการออกแบบเครื่องพ่นสารเคมีสำหรับรถไถเดินตามจะติดตั้งถังบรรจุน้ำยาสารเคมีไว้เหนือระดับหัวฉีด เนื่องจากหัวฉีดแบบอุปกรณ์เพื่อลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นในบรรยากาศ ใช้แรงดันบรรยากาศไม่ได้ใช้ปั๊มแรงดัน เพื่อให้น้ำยาสารเคมีไหลตลอด จึงต้องติดตั้งถังบรรจุน้ำยาสารเคมีไว้เหนือระดับหัวฉีด

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นว่า เครื่องพ่นสารเคมีแบบผสมกับอากาศมีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูง ที่จะนำมาใช้กับสวนผลไม้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี