บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชนิดของเครื่องพ่นยา

เครื่องพ่นสารเคมีสามารถใช้ได้กับสารเคมีหลายแบบ เช่น สารเคมีที่เป็นผงละลายในน้ำ สารเคมีที่เป็นของเหลวและสารเคมีที่เป็นผง การใช้สารเคมีแบบต่าง ๆ นี้ต้องใช้เครื่องพ่นสารเคมีที่แตกต่างกันไปด้วย ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆตามลักษณะการทำงานและรูปแบบของสารเคมี เช่น เครื่องพ่นสารเคมีแบบใช้แรงงานคน เครื่องพ่นสารเคมีแบบสะพายหลังใช้กำลังเครื่องยนต์ เครื่องพ่นสารเคมีแบบใช้แรงดันของของเหลว เครื่องพ่นสารเคมีแบบผสมกับอากาศ เครื่องพ่นสารเคมีแบบหมอก และเครื่องป้ายยาแบบเส้นเชือก

2.1.1 เครื่องพ่นสารเคมีแบบใช้แรงงานคนในการโยก (Hand – Operated Sprayer) เครื่องพ่นสารเคมีแบบใช้แรงคนเป็นตัวโยกนี้เป็นเครื่องพ่นสารเคมีที่ไม่ใช้เครื่องยนต์เข้ามาช่วยในการทำงาน จึงเป็นที่นิยมกันในการเกษตรของเมืองไทย การใช้เครื่องมือในลักษณะนี้มักจะใช้กันในพื้น ที่ทำเกษตรกรรมที่มีขนาดเล็ก เช่น ในแปลงผัก สวนไม้ดอกและพืชไร่บางชนิด การทำงานแบบนี้จะใช้แรงดันที่เกิดขึ้น ภายในถังดันให้น้ำยาสารเคมีพ่นกระจายออกมาภายนอกถัง ชนิดของเครื่องพ่นสารเคมีแบบใช้แรงคนที่นิยมใช้กัน 3 แบบ ดังนี้

เครื่องพ่นสารเคมีแบบอัดอากาศ (Compressed Air Sprayer) มีขนาดตั้งแต่ 0.3ลิตรจนถึง 20 ลิตร สามารถทำงานโดยปั๊มอัดอากาศเข้าไปในถังบรรจุน้ำยาสารเคมีจะมีลิ้น ปิด-เปิดน้ำยาสารเคมีจะไหลออกถังได้โดยความดันของอากาศที่อัดตัวอยู่ภายในถังดันน้ำยาสารเคมีออกมาผ่านลิ้นไปยังหัวฉีด แรงดันที่ใช้จะมีค่าอยู่ประมาณ 52.5 – 140 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ระบบการกวนน้ำยาสารเคมีสามารถทำได้โดยการเขย่าถังนอกจากนั้นยั้งมีเครื่องพ่นสารเคมีอัดอากาศขนาดเล็กซึ่งบรรจุสารเคมีและอัดอากาศมาจากโรงงานผู้ผลิตเรียบร้อยแล้วสามารถนำมาใช้งานได้ทันทีแต่เมื่อใช้จนกระทั่งแรงดันภายในถังหรือกระป๋องหมดแล้วก็ไม่สามารถนำมาอัดอากาศใหม่ ส่วนมากจะใช้ในการกำจัดแมลงที่มีขนาดเล็กที่อยู่ตามบ้านพักอาศัยและในสวนขนาดเล็ก

เครื่องพ่นสารเคมีแบบสะพายหลัง (Knapsack Sprayer) มีขนาดตั้งแต่ 7 ลิตรถึง 20ลิตร การทำงานจะคล้ายแบบแรกแต่จะต้องสะพายเครื่องพ่นสารเคมีไว้ด้านหลังและใช้มือโยกปั๊มซึ่งจะเป็นปั๊มแบบลูกสูบทำให้เกิดการทำงาน สามารถให้แรงดันแก่น้ำยาสารเคมีสูงถึง 313 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ระบบการกวนก็จะใช้การเขย่าถังเพื่อให้น้ำยามีความเข้มข้นคงที่

เครื่องพ่นสารเคมีแบบสูบชัก (Double Acting Slide Pump Sprayer) ใช้กันมากในงานขนาดเล็ก เช่น สวนภายในบ้าน สวนผัก การทำงานจะทำโดยการชักก้านสูบให้เคลื่อนที่กลับไปกลับมาภายในกระบอกสูบ ในก้านสูบจะมีลิ้นกันแบบลูกปืนคอยปิดกันการไหลกลับของน้ำยาสารเคมีการพ่นฝอยของน้ำยาสารเคมีจะเป็นไปตามจังหวะชักสูบ ทำให้อัตราการไหลของน้ำยาไม่ค่อยคงที่ บางชนิดการทำงานของสูบอาจจะใช้เท้าเหยียบซึ่งจะต้องใช้ผู้ร่วมงานถึง 2 คน

ภาพที่ 2.1 แสดงถึงลักษณะของเครื่องพ่นสารเคมีอัดอากาศแบบสะพายหลัง

เครื่องพ่นสารเคมีแบบสะพายหลังใช้กำลังเครื่องยนต์ (Engine–Driven Knapsack Sprayer) เครื่องพ่นสารเคมีแบบสะพายหลังใช้กำลังเครื่องยนต์จะเป็นที่นิยมใช้กันมากขึ้นในหมู่เกษตรกรเพราะสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้นอีกทั้งการใช้งานยังสามารถใช้ได้หลายแบบสามารถใช้พ่นสารเคมีที่เป็นของเหลวลักษณะเป็นหมอกได้สามารถใช้พ่นสารเคมีที่เป็นผงนอกจากนี้ยังสามารถใช้หว่านเม็ดหรือเมล็ดได้อีกด้วย การทำงานจะอาศัยความเร็วและปริมาณของลมที่เกิดจากพัดลมแบบหอยโข่ง พัดพาน้ำยาสารเคมีที่เกิดการกระจายเป็นละอองหรือหมอก ขนาดของละอองนี้จะขึ้นอยู่กับความเร็วลมนั่นเองสำหรับการทำงานของพัดลมจะอาศัยเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็กประมาณ 3.4 – 6 กิโลวัตต์เป็นตัวขับ ความจุของน้ำยาเคมีประมาณ 13 ลิตร

อัตราการใช้น้ำยาสารเคมีสำหรับการพ่นหมอกจะมีค่าประมาณ 3.5 ลิตร ต่อนาที อัตราการพ่นสารเคมีที่เป็นผงและเมล็ดพืชมีค่าประมาณ 3-6 กิโลกรัมต่อนาที

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 2.2 แสดงถึงลักษณะของเครื่องพ่นสารเคมีแบบสะพายหลังใช้กำลังจากเครื่องยนต์เล็ก

เครื่องพ่นสารเคมีแบบใช้แรงดันของของเหลว (Hydraulic Sprayer) เครื่องพ่นสารเคมีแบบใช้แรงดันของของเหลวจะใช้ในการพ่นสารเคมีที่เป็นของเหลวเท่านั้นซึ่งของเหลวนั้นจะอยู่ในรูปของของเหลวหรือสารเคมีผงละลายแขวนลอยอยู่ในของเหลว ของเหลวจะเป็นตัวพาสารเคมีนั้นออกมาจากเครื่องพ่นสารเคมีในลักษณะของละออง เครื่องพ่นสารเคมีประเภทนี้จะอาศัยต้นกำลัง คือเครื่องสูบหรือปั๊มเป็นตัวเพิ่มแรงดันให้แก่ของเหลวหรือน้ำยาสารเคมี ทำให้น้ำยาสารเคมีทำให้น้ำยาสารเคมีเกิดการแตกเป็นตัว

ละอองขนาดเล็ก ขนาดของละอองของน้ำยาจะขึ้นอยู่กับแรงดัน ที่เกิดขึ้นจากปั้มเครื่องพ่นสารเคมีประเภทนี้แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

เครื่องพ่นสารเคมีแบบแรงดันต่ำ(Low Pressure Sprayer) เครื่องพ่นสารเคมีแบบนี้เป็นที่นิยมใช้กันมาก ในระดับของฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่สามารถนำไปพ่วงท้ายกับรถแทรกเตอร์ รถบรรทุก หรือบนเครื่องบินได้ แรงดันที่ใช้มีค่าตั้งแต่ 275 – 690 กิโลปาสคาล อัตราการใช้น้ำยาสารเคมีประมาณ 8 – 144 ลิตร ต่อพื้นที่ 1 ไร่

เครื่องพ่นสารเคมีแบบแรงดันสูง (High Pressure Sprayer) มีลักษณะวิธีการติดตั้งเหมือนกับแรงดันต่ำ แตกต่างกันที่แรงดันที่ใช้ในการขับน้ำยาสารเคมีเพราะใช้แรงดันสูง 1.7 – 5.5เมกกะปาสคาล ดังนั้นปั้มน้ำจะต้องเป็นปั้มที่สามารถให้แรงดันสูงหรือเป็นปั้มเฉพาะและใช้กับสารเคมีที่ไม่ตกตะกอนได้ง่าย การใช้งานจึงเหมาะสมกับพืชหรือ ไม้พุ่มหนา สวนผลไม้ เป็นต้นนอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้งานเฉพาะอย่างซึ่งจะต้องอาศัยอุปกรณ์บ่างอย่างเพิ่มเติม เช่นอุปกรณ์พ่นแบบปืน

ภาพที่ 2.3 ลักษณะของเครื่องพ่นสารเคมีแบบใช้ความดันของของเหลว

เครื่องพ่นสารเคมีแบบผสมกับอากาศ (Air – Blast Sprayer)เครื่องพ่นสารเคมีแบบผสมกับอากาศทำงานโดยการพ่นน้ำยาสารเคมีออกมาผสมกับกระแสลมที่มีความเร็วสูง เมื่อน้ำยาสารเคมีถูกกระแสลมซึ่งจะมีปริมาณมากและความเร็วสูง ก็จะทำให้น้ำยาสารเคมีเกิดการแตกตัวเป็นละอองขนาดเล็กมีลักษณะเป็นหมอก นอกจากนี้ความเร็วและปริมาณลมมีส่วนทำให้ใบไม้ที่ เป็นพุ่มเกิดการไหวไปมาทำให้ละอองน้ำยาสารเคมีสามารถแทรกตัวเข้าไปในพุ่มไม้ได้ เครื่องพ่นสารเคมีแบบนี้จะเหมาะสมกับสวนผลไม้จะมีค่าประมาณ 10– 750 ลิตร ต่อไร่ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารเคมีอีกด้วย สำหรับพัดลมที่นิยมใช้กันส่วนมากจะเป็นพัดลมแบบไหลตามแนวแกน และแบบหอยโข่ง ซึ่งสามารถให้ปริมาณลมประมาณ 14 – 33 ลูกบากศ์เมตรต่อวินาทีที่ความเร็ว 110 – 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ภาพที่ 2.4 เครื่องพ่นสารเคมีแบบผสมกับอากาศ

เครื่องพ่นสารเคมีแบบหมอก และเครื่องป้ายยาแบบเส้นเชือก (Fogger and Rope Wick Applicator)

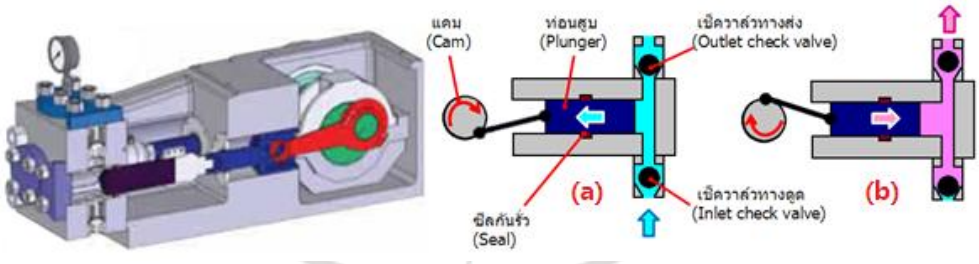
เครื่องพ่นสารเคมีแบบหมอก สามารถพ่นน้ำยาสารเคมีออกมาในลักษณะเป็นฝอยละเอียดคล้ายหมอกหยดน้ำ ที่พ่นออกไปจะมีขนาดเล็กมาก จนไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้แต่สามารถมองเห็น ได้ก็ต่อเมื่อหยดน้ำที่ออกมานั้นจับตัวรวมกันเป็นกลุ่มมีลักษณะคล้ายหมอกควันลักษณะของน้ำยาที่ออกมาซึ่งมีขนาดเล็กมากนี้เกิดจากการใช้หัวฉีดที่มีรูทางออกขนาดเล็กมากและใช้แรงดันสูง ในเครื่องพ่นชนิดอื่นอาจจะเกิดจากการหมุนของจานเหวี่ยงหรือการให้ความร้อนแก่สารเคมี แล้วทำการพ่นออกโดยการขับดันของท่อไอเสียของเครื่องยนต์เครื่องพ่นสารเคมีแบบหมอกนี้ใช้ได้ดีในพื้นที่จำกัด เช่น ในเรือนกระจก เรือนเพาะชำ เพราะจะให้น้ำยาสามารถครอบคลุมทุกส่วนของต้นพืชที่อยู่เหนือดินได้ สำหรับเครื่องป้ายยาแบบเส้นเชือกนี้ไม่สามารถพ่นน้ำยาสารเคมีออกมาได้แต่จะมีน้ำยาซึมสัมผัสกับส่วนต่าง ๆของพืช ลักษณะเครื่องป้ายยาแบบเส้นเชือกจะประกอบไปด้วยเชือกร้อยเข้าไปในท่อกลมกลวง โดยมีบางส่วนของเชือกโผล่ออกมาทาง ด้านนอก ภายในท่อกลมจะบรรจุน้ำยาปราบวัชพืชซึ่งจะเป็นน้ำยาสารเคมีประเภทดูดซึมทาง ใบ น้ำยาจะไหลซึมมาทางด้านนอกตามเส้นเชือก ส่วนมากใช้ในการกำจัดวัชพืชที่มีความสูงกว่าต้นพืชที่ทำการเพาะปลูก ในการทำงานจะลากเครื่องป้ายนี้ผ่านไปตามวัชพืชโดยจะมีน้ำยาติดอยู่ตามใบของวัชพืชบางส่วนเท่านั้นสำหรับประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องป้ายยาแบบเส้นเชือกนี้ค่อนข้างต่ำ สำหรับปริมาณน้ำยาที่ใช้น้อย จึงเหมาะสำหรับน้ำยาราคาแพง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 2.5 เครื่องพ่นสารเคมีแบบหมอก

2.2 การทำงานของปั๊มแบบลูกสูบ

ปั๊มแบบลูกสูบจะมีลักษณะการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา โดยมีลูกสูบทำหน้าที่ในการอัดของไหลภายในกระบอกสูบให้มีความดันสูงขึ้น ของเหลวที่ใช้ปั๊มประเภทนี้จะต้องมีความสะอาดเพียงพอที่ไม่ทำให้ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ภายในกระบอกสูบเกิดการสึกหรอที่เร็วขึ้น การอัดตัวของของไหลแต่ละครั้งจะเป็นจังหวะตามการเคลื่อนที่กลับไปมาของลูกสูบ ไม่มีการต่อเนื่องกันจึงทำให้การไหลของของไหลมีลักษณะเป็นห้วง ๆ เป็นปั๊มกลุ่มสูบชัก (Reciprocating) ประเภทปั๊มแทนที่บวก โดยการใช้ท่อนสูบในการเคลื่อนย้ายของเหลวผ่านห้องทรงกระบอก ปั๊มท่อนสูบจะทำงานโดยการขับเคลื่อนด้วย ไอน้ำ อากาศอัดหรือมอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีการเคลื่อนตัวของลูกสูบทรงกระบอกผ่านการกันรั่วอย่างเรียบง่าย ที่เป็นลักษณะเด่นที่แตกต่างจากปั๊มลูกสูบ และยังช่วยให้การทำงานที่จะใช้ที่ความดันที่สูงกว่าแบบลูกสูบอีกด้วย



ภาพที่ 2.6 ลักษณะการทำงานของปั๊มลูกสูบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปั๊มท่อนสูบ ใช้กลไกการหมุนโดยแคม (Cam) ในการสร้างการเคลื่อนไหวตามแนวแกนของท่อนสูบ ตามภาพที่ (a) ท่อนสูบ (Plunger) เคลื่อนตัวมาทางซ้ายมือ ทำให้เกิดการดูดของเหลวผ่านเช็ควาล์วทางดูด (Inlet check valve) และในภาพที่ (b) ท่อนสูบจะเคลื่อนไปทางขวาเพื่อดันของเหลวให้ออกไป ผ่านเช็ควาล์วทางส่ง (Outlet check valve) ซึ่งจะสร้างแรงดันในถังทรงกระบอก รวมทั้ง วาล์วทางดูดและทางส่งอาจสูงตั้งแต่ 70 จนถึง 2,070 บาร์ ปริมาตรการผลิตโดยรวมของปั๊มท่อนสูบ = พื้นที่ของท่อนสูบ x ระยะชัก(Stroke length) x จำนวนของท่อนสูบ x ความเร็วของแคมหมุน(รอบ/นาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของแรงดันและความจุของปั๊ม

2.3 การสูญเสียความดัน

การเข้าใจถึงพลังงานของของไหลเป็นสิ่งจำเป็นในการวิเคราะห์การทำงานและการกำหนดขนาดของปั๊มพลังงานของของไหลประกอบด้วยพลังงานสามส่วนคือ พลังงานเนื่องจากความดันของของไหล พลังงานจลน์เนื่องจากความเร็วของของไหล และพลังงานศักย์เนื่องจากความสูง พลังงานทั้งสามส่วนนี้จะมีหน่วยในการคำนวณเป็นหน่วยจูล (J) เมื่อนำพลังงานของไหลมาคำนวณเทียบกับน้ำหนักของของไหล จะมีหน่วยเป็นความสูงของของไหลและเรียกว่าเฮด มีหน่วยเป็นเมตร (m) ในระบบ SI หรือ นิ้ว (in) ในระบบอังกฤษ เฮดทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์ในระบบปั๊มน้ำหรือ Total Dynamic Head (TDH) ประกอบด้วยพลังงานสามส่วนของของไหลของไหลที่กล่าวมาข้างต้นและพลังงานที่สูญเสียไปในระหว่างการไหล กล่าวคือ เฮดความดัน เฮดความเร็ว เฮดความสูง และเฮดการสูญเสียรวม

ค่าความดันดันนอกจากจะบอกเป็นแรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เช่น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) หรือปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) แล้ว ถ้าเป็นความดันของของเหลวก็มักจะนิยมบอกเป็นแท่งความสูงของของเหลวที่จะก่อให้เกิดความดันที่กำหนดบนผิวหน้าซึ่งรองรับแท่งของเหลวนั้น ความดันซึ่งบอกเป็นแท่งความสูงของของเหลวนี้เรียกว่า เฮดความดัน (Pressure Head) โดยความสัมพันธ์ระหว่างความดัน P และเฮดความดัน HP คือ

$$H_p = \frac{P}{\gamma} = \frac{P}{\rho g} \tag{2.1}$$

เมื่อ

γ = คือน้ำหนักเฉพาะ N/m^3

ρ = คือความหนาแน่นของของเหลว kg/m^3

g = คือแรงโน้มถ่วงของโลก m/s^2

การสูญเสียความเร็ว

ของเหลวที่ไหลในท่อหรือทางน้ำเปิดด้วยความเร็วใด ๆ นั้นมีพลังงานจลน์ อยู่พลังงานส่วนนี้เมื่อบอกในรูปของเฮดความเร็ว คือ

$$H_v = \frac{V^2}{2g} \tag{2.2}$$

เมื่อ

V = ความเร็วของการไหลมีหน่วยเป็น m/s

เฮดความเร็วอาจให้คำจำกัดความอีกอย่างหนึ่งว่า เป็นความสูงที่ของเหลวตกลงมาด้วยแรงดึงดูดของโลกจนได้ความเร็วเท่ากับความเร็วในการไหลของของเหลวนั้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.4 ทฤษฎีการไหล

ของไหลคือสารที่สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้อย่างต่อเนื่องกันไปภายใต้การกระทำของความเค้นเฉือนหนึ่งๆ ทั้งนี้ไม่ว่าความเค้นเฉือนนั้นจะมีค่าน้อยเท่าใดก็ตาม เมื่อพิจารณาแรงเฉือนที่กระทำต่อพื้น ผิวหนึ่ง ๆ ก็คือแรงย่อยในแนวสัมผัสกับพื้นผิวนั้น แรงเฉือนนี้หารด้วยพื้น ที่ของพื้น ผิวจะเป็นความเค้นเฉือนเฉลี่ยซึ่งกระทำทั่วพื้น ผิวนั้น สำหรับความเค้นเฉือนที่จุดหนึ่งๆ คือค่าลิมิต (Limiting Value) ของแรงเฉือนต่อพื้นที่ผิวซึ่งขณะนั้น พื้นที่มีขนาดลดลงเป็นจุด

2.4.1 ชนิดของการไหล (Type of Flow)

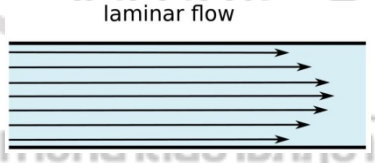
การแบ่งชนิดของการไหลของของไหลสามารถกระทำได้หลายอย่าง คือ แบบที่หนึ่งแบ่งเป็น การไหลสม่ำเสมอ (Steady Flow) และการไหลไม่สม่ำเสมอ (Unsteady Flow) แบบที่สองแบ่งเป็นการไหลแบบราบเรียบ (Larminar Flow) และการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flow) แบบที่สาม แบ่งเป็นการไหลทิศทางเดียว, สองทาง และสามทิศทาง

การไหลสม่ำเสมอ (Steady Flow) หมายถึงการไหลของของไหลที่ความเร็วในการไหล ณ จุดใดๆ โดยไม่เปลี่ยนไปตามเวลา เมื่อคำนึงถึงการไหลของของไหลที่ผ่าน ณ จุด A ไม่ว่าจะเป็นเวลาเท่าไหร ของไหลที่ผ่านจุด A นั้นจะต้องมีความเร็วคงที่เสมอ และเมื่อเราพิจารณาที่ ณ จุด B ความเร็วในการไหลของของไหลที่ผ่านจุด B ก็จะคงที่ด้วยเช่นกัน แต่ความเร็วที่จุด A และจุด B นั้นไม่จำเป็นต้องเท่ากัน เพราะเนื่องจากเหตุผลดังกล่าว ของไหลไม่สามารถขาดช่วงได้ ดังนั้นจะทำให้ความเร็วของของไหล ณ จุดใดนั้น ๆ เปลี่ยนแปลงทฤษฎีที่ใช้กับการไหลสม่ำเสมอเป็นทฤษฎีเบื้องต้น และการใช้งานทางวิศวกรรมส่วนใหญ่จัดการไหลของของไหลเป็นการไหลแบบสม่ำเสมอนี้

การไหลไม่สม่ำเสมอ (Unsteady Flow) หมายถึงการไหลของของไหล ชนิดที่ความเร็วในการไหล ณ จุดใดๆ มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาหรือการขาดช่วงได้ทฤษฎีที่ใช้กับการไหลไม่สม่ำเสมอเป็นทฤษฎีขั้นสูง ซึ่งค่อนข้างยุ่งยากและทฤษฎีดังกล่าวไม่ได้แสดงไว้ในหนังสือเล่มนี้

การไหลแบบราบเรียบ (Larminar Flow) หมายถึง การไหลของของไหลชนิดที่อนุภาคของของไหลไม่ว่าจะเป็นอนุภาคเล็กหรือใหญ่ เคลื่อนที่ในลักษณะตามกันไปเป็นแผ่นหรือชั้นเรียบๆ โดยที่แผ่นหนึ่งเลื่อนเรียบเหนือแผ่นอื่น ลักษณะการเกิดการไหลแบบราบเรียบคือ การไหลของน้ำใต้ดิน, การไหลของเลือด และการดูดน้ำ ของต้นไม้เป็นต้น

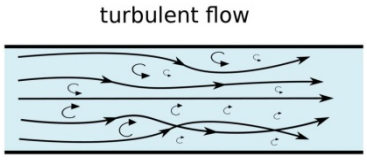
ลักษณะการไหลแบบราบเรียบนี้เป็นไปตามกฎของนิวตันที่เกี่ยวกับความหนืดของของไหล



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาพที่ 2.7 การไหลแบบราบเรียบ

การไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flow) หมายถึงการไหลของของไหลชนิดที่อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่ในลักษณะหรือทิศทางไม่แน่นอน มีการเคลื่อนที่ขึ้นลงและมีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตั้ม จากส่วนหนึ่งจองจองไหลไปยังส่วนอื่นๆลักษณะการไหลของของไหลทั่วไปเกือบ 95% จะเป็นการไหลแบบนี้ ตัวอย่างเช่นการไหลของน้ำตามน้ำลำคลอง, การไหลของอากาศในท่อลม เป็นต้น



ภาพที่ 2.8 การไหลแบบปั่นป่วน

2.5 เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

2.5.1 ความหมายของเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม หมายถึง การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในทางวิศวกรรมอย่างมีประสิทธิภาพโดยวัดจากคุณค่าของผลงานด้านวิศวกรรม

2.5.2 ความหมายและชนิดของต้นทุน

ความหมายของต้นทุน ต้นทุน (Cost) หมายถึง รายจ่ายที่เกิดขึ้นเพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าหรือบริการโดยคาดหวังว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์หรือได้ผลตอบแทนกลับมาไม่ว่าในปัจจุบันหรืออนาคตซึ่งการได้มาซึ่งสินค้าและบริการนั้นอาจใช้เงินสด สินทรัพย์อื่นๆ หรือการให้บริการเพื่อแลกมาก็ได้ในทางบัญชี ต้นทุน ยังหมายถึง ตัวเลขข้อมูลทางบัญชีที่ได้ทำการบันทึกไว้ เพื่อใช้ในการวางแผน ควบคุมการดำเนินงาน วางแผนงบประมาณในการจัดซื้อวัตถุดิบ จ้างแรงงานตลอดจนคำนวณออกมาเป็นราคาขาย และประมาณการกำไรเพื่อใช้ในการตัดสินใจลดหรือเพิ่มการลงทุนในอนาคตในด้านการผลิตอุตสาหกรรม ต้นทุน จะหมายถึงจำนวนเงินที่ใช้จ่ายไปในการผลิต
สินค้าทุกขั้นตอน ในด้านบริการต้นทุน จะหมายถึง ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการให้บริการแก่ลูกค้าได้ เช่น บริการธุรกิจ สปาหรือนวดแผนไทย ต้นทุนจะได้แก่ ค่าสถานที่และค่าจ้างพนักงาน

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

วิธีการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนอาจดำเนินการวิเคราะห์ได้ใน 2 วิธี คือ การคำนวณจากต้นทุนและรายได้ และการวิเคราะห์โดยใช้กราฟ

การคำนวณจากต้นทุนและรายได้

ต้นทุน (Cost)

ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นว่าในทางเศรษฐศาสตร์สามารถแบ่งต้นทุนออกได้เป็น

ต้นทุนคงที่ ต้นทุนแปรผัน และต้นทุนรวม

ต้นทุนคงที่ (Fix Cost) = ต้นทุนที่คงที่ไม่แปรผันตามจำนวนการผลิต

ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) = ต้นทุนที่มีการแปรผันตามจำนวนการผลิต

ต้นทุนรวม (Total Cost) = ต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตหรือก็คือผลรวมของต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน

ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคงที่ ต้นทุนแปรผัน และต้นทุนรวมสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

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

โดย VC = ราคาของต้นทุนแปรผันต่อหน่วย x จำนวนที่ได้

= vc x Q

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ดังนั้น $TC = FC + (vc \times Q)$ (2.3)

เมื่อ

Q = ปริมาณที่ผลิตหรือขาย

FC = ต้นทุนคงที่

vc = ราคาต้นทุนแปรผันต่อหน่วย

รายได้ (Revenue)

รายได้ คือ เงินที่ผู้ลงทุนได้รับตอบแทนอันเป็นผลจากการลงทุนนั้นในกรณีของการผลิตสินค้าออกขาย รายได้ที่ได้รับจะขึ้นอยู่กับราคาและปริมาณสินค้าที่ขายดังสมการ

$$TR = p \times Q \quad (2.4)$$

เมื่อ TR = รายได้ (Total Revenue; TR)

p = ราคาขายต่อหน่วย

Q = ปริมาณที่ผลิตหรือขาย

กำไร (Profit)

กำไรเป็นผลตอบแทนที่ผู้ประกอบการหรือนักลงทุนได้รับจากการดำเนินกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งปกติแล้วก็คือส่วนต่างของรายได้ที่ได้รับกับต้นทุนที่ได้ลงทุนไปทั้งหมด ดังสมการ

Profit (π) = รายได้ (TR) – ต้นทุน (C)

จาก (2.3) และ (2.4) จะได้

$\pi = pQ - [FC + (vc \times Q)]$

$$\pi = Q(p-vc) - FC \quad (2.5)$$

จุดคุ้มทุน (Break-Even Point) ดังที่ได้ทราบจากข้างต้น จุดคุ้มทุนเป็นจุดที่รายได้ที่ได้รับจากการดำเนินการหรือการลงทุนเท่ากับรายได้ที่ได้รับพอดี หรือกล่าวได้ว่าที่จุดคุ้มทุนต้นทุนจะเท่ากับรายได้ ดังสมการ

ต้นทุน (TC) = รายได้ (TR)

จากสมการ (1) และ (2) จะได้

$FC + Q(vc) = p \times Q$

หรือ $Q^* = FC / (p - vc)$

โดย Q หรือ Q* จะเป็นปริมาณการผลิตที่คุ้มทุน (เป็นจุดที่จะช่วยตัดสินใจว่าผู้ประกอบการต้องมีการผลิตและขายอย่างน้อยเท่าไรจึงจะคุ้มทุนพอดี)

2.6 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กิตติชัย เลิศกาญจนวงศ์ ประเทือง อุสาบริสุทธิ์. (2551).การวิจัยและพัฒนาเครื่องฉีดพ่นสารในแปลงองุ่นพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์.ออกแบบสร้างเครื่องพ่นสารเคมีต่อพวงกับระบบต่อแบบ 3จุด ของรถแทรกเตอร์ ใช้ปั๊มพ่นสารเคมีแบบ สามสูบต่อพ่วงกับเพลา PTO ศึกษาหัวฉีดกรวยกลวงแบบ 4 ชนิด 1 รู 4 รู 5รู และ7รู ผลจากการวิจัยพบว่าใช้ความเร็วรถ 2.06 เมตร/ชั่วโมง ปรับความดันความดันเท่ากับ 35บาร์ หัวฉีดกรวยกลวง 1รู มีจำนวนละอองอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จำนวนละอองหน้าใบเฉลี่ย 75 ละอองต่อตารางเซนติเมตร จำนวนละอองหลังใบเฉลี่ย 50 ละอองต่อตารางเซนติเมตร ค่าสม่ำเสมอมากสูงสุดคือ 1.24 และเทียบกับอัตราส่วนขนาดของละออง VMD/NMD โดยมีอัตราการพ่น 7.65 ลิตร/นาที ส่วนหัวฉีดชนิดอื่นอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐานของพ่น ความสามารถทำงานเชิงไร่เท่ากับ 2.24ไร่/ชั่วโมง

ประสิทธิภาพทำงานเชิงไร่เท่ากับ 73.57 เปอร์เซ็นต์ อัตราการฉีดพ่น 0.54ลิตร/ต้น และวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จะพบว่าเครื่องทำงานวันละ 5ชั่วโมง เป็นเวลา 200 วันต่อปี เมื่อเทียบกับแรงงานคน จะมีระยะคืนทุนเท่ากับ 1เดือน จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 37.75 ไร่

ณรงค์ อุ่นคง และมงคล กวางวโรภาส.(2538).การวิจัยและพัฒนาเครื่องพ่นหมอกชนิดปากปล่อง เพื่อใช้ในสวนผลไม้ ได้ออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องพ่นหมอกชนิดปากปล่อง ตัวเครื่องประกอบด้วย พัดลมชนิดเหวี่ยงหนีศูนย์จำนวน 2 ชุด ติดตั้งเรียงกันบนโครงเครื่องชนิดล้อเลื่อนซึ่งฉุดลากและขับโดยรถแทรกเตอร์ ขนาดประมาณ 50 แรงม้า ได้ออกแบบและศึกษาปากปล่องสองชนิด ชนิดแรกมีลักษณะเป็นกรวยสวมปากปล่องพัดลมและมีลิ้นแบ่งลม ปากปล่องของพัดลมทั้งสองชุดต่างระดับกัน มีหัวฉีดติดตั้งที่ปากกรวยปากปล่องชนิดที่สองเป็นท่อลมที่โค้งงอได้ มีกลไกโยกปากปล่องให้ส่ายขึ้นลงด้วยอัตราความเร็วประมาณ 1 รอบ/วินาที มีหัวฉีดติดตั้งที่ปลายปากปล่องเช่นกัน หัวฉีดที่ใช้เป็นชนิดกรวยกลวง ความดันน้ำยาเคมีประมาณ 25 บาร์ พัดลมชุดใหญ่เป่าลมออกมาในอัตราประมาณ 170 ลูกบาศก์เมตร/นาที พัดลมชุดเล็กเป่าลมออกมาในอัตราประมาณ 90 ลูกบาศก์เมตร/นาที ความเร็วลมเฉลี่ยที่ปากปล่องประมาณ 50 และ 32 เมตร/วินาที ตามลำดับ จากการทดลองพ่นต้นมะม่วงที่มีความสูงประมาณ 5 เมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มประมาณ 4-5 เมตร พบว่าพ่นได้ทั่วถึงพอประมาณ โดยที่ปากปล่องชนิดแรกมีจำนวนละอองเฉลี่ยประมาณ 58 ละออง/ตารางเซนติเมตร ปากปล่องชนิดที่สองมีจำนวนละอองเฉลี่ยประมาณ 57 ละออง/ตารางเซนติเมตร และเป็นการพ่นใส่ด้านเดียว สิ้นเปลืองน้ำยาเฉลี่ยประมาณ 2 ลิตร/ต้น เวลาที่พ่นใส่ต้นโดยตรงเท่ากับ 10 วินาที/ต้น หากต้องการพ่นให้มากกว่านี้ทำได้โดยพ่นใส่ทั้งสองด้าน ซึ่งจะสิ้นเปลืองน้ำยาและเวลาที่ใช้พ่นมากขึ้นประมาณเท่าตัว

เธียรชัย สันดุษฎี (ออนไลน์. 2542) ทำการศึกษาเรื่อง “เครื่องพ่นสารเคมีชนิดของเหลวแบบพ่นหมอกสำหรับพืชไร่” เพื่อการออกแบบและสร้างเครื่องพ่นหมอก ซึ่งประกอบด้วย ปั๊มน้ำยาสารเคมีแบบสูบชัก และปั๊มอากาศแบบสูบชักเช่นกัน มีถังบรรจุสารเคมี 150 ลิตร และหัวฉีดเป็นแบบชนิดหัวฉีดพ่นหมอกใช้ความดันอากาศและแรงดันจากปั๊ม 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 ความดันน้ำยาสารเคมีและความดันอากาศที่เหมาะสมคือ 15 และ 4 กิโลปาสคาล ตามลำดับ ซึ่งมีอัตราการฉีดพ่นน้ำยาสารเคมี 291.9 ลิตรต่อไร่ จำนวนละอองน้ำยาสารเคมีต่อตารางเซนติเมตรเท่ากับ 197.25 และขนาดละอองน้ำยาสารเคมีโดยเฉลี่ยเท่ากับ 95.764 ไมครอน โดยความสม่ำเสมอของละอองน้ำยาสารเคมีเท่ากับ 1.122 ด้วยความเร็วในการเคลื่อนที่เท่ากับ 3.04 กิโลเมตรต่อชั่งโมง

นพดล ตรีรัตน์ (ออนไลน์. 2549) ทำการศึกษาเรื่อง “การออกแบบ สร้างและประเมินผลเครื่องพ่นสารเคมีสำหรับรถไถเดินตาม” ซึ่งมีแนวทางการศึกษาที่ประกอบไปด้วย การศึกษาและประเมินผลเบื้องต้นการพ่นสารเคมีของเครื่องพ่นสารเคมีแบบต่างๆ สำหรับรถไถเดินตามการออกแบบและสร้างเครื่องพ่นสารเคมีสำหรับรถไถเดินตาม และประเมินผลเครื่องพ่นสารเคมีสำหรับรถไถเดินตาม โดยใช้อัตราการทำงานเชิงพื้นที่ ประสิทธิภาพการทำงานระยะหน้ากว้างการพ่นน้ำยาสารเคมี เปอร์เซ็นต์การกระจายตัวของละอองน้ำยาสารเคมี และอัตราการใช้น้ำยาสารเคมีเป็นค่าชี้สมรรถนะในการทำงาน

พีระ บุนนาค. (2555). ทำการศึกษาเรื่อง “พัฒนาเครื่องฉีดพ่นสารเคมีแบบผสมกับอากาศสำหรับรถจักรยานยนต์พ่วงข้าง” เครื่องฉีดพ่นสารเคมีแบบผสมกับอากาศใช้ในแปลงผลไม้ติดบนรถจักรยานยนต์พ่วงข้างแบบสามล้อ โดยมีชุด พัดลมแรงเหวี่ยง ชุดปรับมุม ตัวกระจายลมเครื่องยนต์แก๊ส หัวฉีดทรงกรวย

และปั๊มไฟฟ้า DC ติดตั้งกับรถจักรยานยนต์พ่วงข้าง ผลจากการทดสอบพบว่า สมรรถนะของการทำงานของเครื่องฉีดพ่นสารเคมีที่ความเร็วรอบพัดลม 1,950 รอบต่อนาทีความเร็วในการเคลื่อนที่ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีสมรรถนะในการทำงานเท่ากับ 10 ไร่ต่อชั่วโมงอัตราการสิ้นเปลืองสารเคมี 240 ลิตรต่อชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองแก๊ส 1.2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง การกระจายตัวของละอองสารเคมีเท่ากับ 19.33 ละอองต่อตารางเซนติเมตร ขนาดละอองเฉลี่ย 61.2 ไมครอนมีต้นทุนการสร้างเท่ากับ 40,000 บาท สามารถคืนทุนได้ในเวลา 0.365 ปี

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

Ryszard Hołownicki และคณะ.(2560).Variable air assistance system for orchard sprayers; concept, design and preliminary testing.แนวคิดการออกแบบและทดสอบเบื้องต้นของเครื่องพ่นสารเคมีแบบมีระบบช่วยเพิ่มความแปรปรวนของอากาศ เครื่องพ่นสารเคมีแบบใช้อากาศแบบเดิมที่มีหัวฉีดทำให้เกิดละอองแบบแนวรัศมีขนาดใหญ่ plumes ซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียอย่างมากและใช้พลังงานสูง (20- 30 กิโลวัตต์) นอกจากเครื่องเหล่านี้ในการรักษาสวนขนาดเล็กซึ่งการสูญเสียละอองในจำนวนใบเต็มหนาแน่นอาจมากกว่า 80% ของปริมาณการฉีดพ่นที่ใช้ การลดการสูญเสียจากการพ่นสามารถลดลงได้อย่างมากด้วยการปรับการไหลของอากาศที่กำหนดเป้าหมายและลม วัตถุประสงค์ของการศึกษาที่นำเสนอนี้คือการพัฒนาระบบช่วยระบบของอากาศแปรปรวน (VAA) ด้วยการปรับปริมาณอากาศอย่างต่อเนื่องพร้อมกับระบบฉีดพ่นที่ติดตั้งอยู่ทั้งสองด้านของเครื่องพ่นสารเคมี ระบบจะขึ้นอยู่กับระบบพัดลมแกนคู่ที่ช่วยให้สามารถปรับระดับได้จากระยะไกล ปริมาณอากาศคือ 20,000 m^3 h^1 สำหรับใช้ในสวนขนาดเล็กทั่วไปและสวนขนาดกลางและได้รับการออกแบบเพื่อให้ได้พลังงาน 10 kW ระบบใช้ใบพัดความเร็วตัวแปรกับใบพัดแบบคงที่ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมมากกว่าวิธีการที่มีใบพัดปรับระดับทำงานที่ความเร็วคงที่เนื่องจากให้ช่วงอากาศที่กว้างขึ้น (± 35%) ปริมาณอากาศที่ผลิตสามารถปรับได้อย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้รูปการไหลของอากาศที่ทั้งสองด้านของเครื่องพ่นสารเคมีที่มีความสมมาตร ผลที่ได้จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์และดังนั้นระบบ VAA จึงถือได้ว่าเป็นต้นแบบที่เหมาะสมสำหรับเทคโนโลยีอัตราการเปลี่ยนแปลงและเครื่องพ่นสารเคมีในสวนแบบอัจฉริยะในอนาคต

Simone Pascuzzi and Emanuele Cerruto . (2558).Spray deposition in “tendone” vineyards when using a pneumatic electrostatic sprayer.เป็นการวิจัยเพื่อวิเคราะห์ประเมินผลกระทบของค่าประจุไฟฟ้าสถิตที่เกิดจากการพ่นละอองไร่องุ่น "tendone" Apulian ใช้เครื่องพ่นสารเคมีไฟฟ้าแบบนิวเมติก เครื่องพ่นสารเคมีติดตั้งหัวฉีดที่เชื่อมต่อกับการพ่นของเหลวโดยใช้อากาศอัดให้เกิดการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าสถิตเพื่อเพิ่มความละเอียดของหยด นอกจากนี้เครื่องพ่นสารเคมีถูกออกแบบมาเพื่อลดการสิ้นเปลืองสารเคมีทำการทดลองในช่วง aphenological stage ที่มีความหนาแน่นของใบสูงประเมินสมรรถนะของเครื่อง ทดลองด้วยความเร็วในการเดินหน้าสามครั้ง (4, 5 และ 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

และทำให้เกิดการสะสมไฟฟ้าสถิต ความเร็วในการทดลองส่งผลต่อการพ่นละอองทางใบปานกลางในขณะที่การกระตุ้นด้วยระบบไฟฟ้าสถิตอย่างมีนัยสำคัญเพิ่มในชั้นของใบใกล้กับเครื่องพ่นสารเคมี (ชั้นล่าง) แต่ไม่มีผลต่อการสะสมบนชั้นของใบไม้ภายในหลังคา (ชั้นบน) อัตราส่วนระหว่างสองชั้น (ล่าง: บน) คือ 6.5: 1 เมื่อระบบไฟฟ้าสถิตถูกปิดและ 9.0: 1 เมื่อมันถูกใช้อย่างไรก็ตามลักษณะนี้อาจช่วยให้การรักษาระยะการพ่นขององุ่น (PPP) หรือสารกระตุ้นการเจริญเติบโตทางชีวภาพ นอกจากนี้หยดเล็ก ๆ ที่ผลิตโดยเครื่องมีเหมาะสำหรับการป้องกันองุ่นซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิต

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี