

การพัฒนาเครื่องผสมสารป้องกันโรคและแมลงสำหรับสวนทุเรียนด้วยพีแอลซี

Development of a Pesticide and Insecticide Mixing Machine for Durian Orchards using a PLC

เสมา พัฒนนิม* และ วนายุทธิ์ แสนเงิน

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม sema.pa@spu.ac.th* wanayuth.sa@spu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องผสมสารเคมีสำหรับป้องกันโรคและแมลงในสวนทุเรียน โดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ในการควบคุมกระบวนการผสมสาร ระบบได้รับการออกแบบให้สามารถผสมสารเคมีได้ 4 ชนิด ได้แก่ คอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ คาร์เบนดาซิม อิมิดาโคลพรีด และคลอร์ไพริฟอส ถึงบรรจุขนาด 2 ลิตรต่อชนิดสารเคมี โดยตัวเครื่องผสมสาร ไม่เกิน 200 ลิตรต่อรอบการทำงาน รองรับโหมดอัตโนมัติ ซึ่งเลือกสูตรการผสมตามชนิดของโรค และ กำหนดอัตราส่วนการผสมได้เองตามต้องการ ด้วย โหมดควบคุมด้วยมือ จากผลการทดลอง ผสมสารที่ปริมาณ 25, 50 และ 100 มิลลิลิตรต่อสารแต่ละชนิด ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 0.2% ถึง 1.8% ทำให้ลดการสิ้นเปลือง และส่วนผสมตรงตามอัตราส่วนของโรคพืช ลดการสัมผัสสารเคมี และความแม่นยำสูงในการผสมสารเคมี

คำสำคัญ: พีแอลซี, เครื่องผสมสารเคมี, สวนทุเรียน, ระบบควบคุมอัตโนมัติ, การป้องกันโรคพืช

Abstract

This paper presents the development of a chemical mixing machine for pesticide and Insecticide prevention in durian orchards by using a programmable logic controller. The system is designed to mix four types of chemical solutions copper oxychloride, carbendazim, imidacloprid, and chlorpyrifos each stored in 2-liter containers, 200 liters per work cycle. The operation supports two modes: automatic mode, which is selects the pesticide chemical mixtures based on the type of disease, and users to define custom mixing ratios by manual mode. Experimental results using 25, 50, and 100 ml dosages for each chemical, the mixing percentage error ranged from 0.2% to 1.8%. The system effectively reduce waste and mix ingredients in line with plant disease ratio, reduce chemical exposure and increase precision in chemical mixing.

Keywords: PLC, chemical mixing machine, durian orchard, automatic control, plant disease prevention

1. บทนำ

ปัจจุบันผลผลิตทางการเกษตร ทุเรียน เป็นผลผลิตของประเทศไทยที่มีบทบาทสำคัญต่อภาคเกษตรกรรม พืชเศรษฐกิจส่งออก ได้รับการยอมรับระดับด้านคุณภาพ และเป็นที่ต้องการอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม การบรรลุผลผลิตคุณภาพสูง และปริมาณที่น่าพอใจ แต่ต้องเผชิญกับความท้าทายหลัก คือการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อผลผลิตและคุณภาพการเพาะปลูก ซึ่งเกษตรกรไทยส่วนใหญ่จะใช้สารเคมีในอัตราส่วนในปริมาณที่มากเกินไปจนทำให้สิ้นเปลือง และเกิดสารพิษตกค้างในร่างกาย

ดังนั้นการจัดการโรคและแมลงศัตรูพืช [1] เป็นหัวใจสำคัญในการเพาะปลูกทุเรียน การเตรียมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อฉีดพ่นเป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยความแม่นยำ เนื่องจากหากอัตราส่วนการผสมไม่ถูกต้อง จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการควบคุมลดลง เกิดความสิ้นเปลืองสารเคมี และเพิ่มความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีโดยตรงต่อผู้ปฏิบัติงาน เกิดสารตกค้างในผลผลิต [2-3] นอกจากนี้วิธีการผสมแบบดั้งเดิมยังใช้แรงงานและเวลามาก ส่งผลกระทบต่อต้นทุน และประสิทธิภาพการผลิตจากปัญหาดังกล่าว จึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อช่วยเหลือและลดปัญหาในข้อจำกัดเหล่านั้น บทความนี้ได้นำเสนอการพัฒนาเครื่องผสมสารป้องกันโรคและแมลง สำหรับสวนทุเรียน ควบคุมด้วยพีแอลซี [4-7] ลดความเสี่ยงในการสัมผัสโดยตรงจากการผสมสารเคมี และเพิ่มความแม่นยำของอัตราส่วนการผสมของโรคตรงจุด ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพในการพ่นยาควบคุมโรคและแมลง ลดความเสียหายต่อผลผลิตการเพาะปลูก และยกระดับคุณภาพทุเรียนเพื่อความยั่งยืนทางการตลาด

2. โครงสร้างการทำงานของระบบ

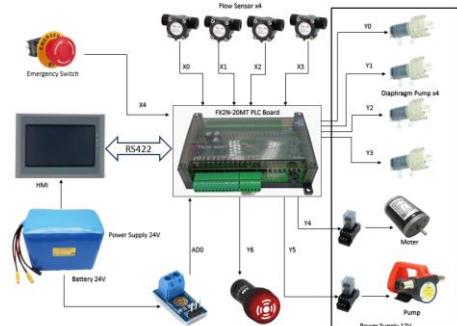
2.1 ภาพรวมของระบบ

การพัฒนาเครื่องผสมสารป้องกันแมลงสำหรับสวนทุเรียนโดยใช้ ชุด FX2N-20MT PLC Board เป็นตัวประมวลผลหลัก เขียนโปรแกรมควบคุมด้วย Ladder Diagram ควบคุมกระบวนการทำงานทั้ง โหมดอัตโนมัติ และโหมดควบคุมด้วยมือ โดยพีแอลซีเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุต เซนเซอร์ตรวจสอบอัตราการไหล (Flow sensor) จำนวน 4 ชุด อุปกรณ์เอาต์พุต มอเตอร์ปั๊มสารละลาย 4 ตัว มอเตอร์ปั๊มน้ำ 1 ตัว มอเตอร์กวาดสารในถัง 1 ตัว พร้อมทั้งเชื่อมต่อกับจอแสดงผลแบบสัมผัส (HMI) ผ่านพอร์ตสื่อสาร RS422 ใช้ในการควบคุมการทำงานผ่านหน้าจอสัมผัส และแสดงสถานะการทำงานต่างๆ

การควบคุมปริมาณของสารละลายจำนวน 4 ชนิด ใช้อุปกรณ์เซนเซอร์วัดอัตราการไหล รุ่น YF-S201 สามารถวัดอัตราการไหลได้สูงสุด 30 ลิตรต่อนาที เชื่อมต่อกับพีแอลซี ผ่านขาอินพุต X0, X1, X2 และ X3 การจ่ายสารละลาย ใช้ปั๊มน้ำแบบไดอะแฟรม จำนวน 4 ชุด สามารถดูดของเหลวได้ที่อัตรา 3 ลิตรต่อนาที เชื่อมต่อกับขาเอาต์พุต Y0, Y1, Y2 และ Y3 ของพีแอลซี หลังการเติมสารละลายลงในน้ำสะอาด ระบบจะทำการกวนผสมสารละลายกับน้ำโดยส่งงานมอเตอร์กระแสตรงติดกับใบพัดแบบเรียบ ควบคุมผ่านขา Y1 ของพีแอลซี เชื่อมต่อผ่านรีเลย์ทำหน้าที่เปิด-ปิดวงจรกระแสไฟฟ้าให้มอเตอร์ เมื่อผสมสารละลายกับน้ำเรียบร้อยแล้ว จะมีมอเตอร์ปั๊มน้ำทำหน้าที่ดูดสารละลายที่พร้อมใช้งานออกจากถังผสม ควบคุมการทำงานผ่านขา Y5 ของพีแอลซี ซึ่งมีรีเลย์ทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายไฟเช่นเดียวกัน

นอกจากนี้ระบบแจ้งเตือนสถานการณ์ทำงานด้วยเสียง หากการทำงานของระบบผิดปกติ ด้วย buzzer (Buzzer) เชื่อมต่อกับขา Y6 ของพีแอลซี และสามารถหยุดการทำงานของระบบได้ โดยกดสวิทช์ฉุกเฉิน

(Emergency Switch) จะตัดการทำงานของระบบทั้งหมด ทั้งยังสามารถตรวจสอบพลังงานของแบตเตอรี่ ผ่านอินพุตแบบแอนะล็อก (Analog Input) ขา ADO ของพีแอลซี เพื่อสามารถตรวจสอบแรงดันของแบตเตอรี่ดังแสดงในรูปที่ 1



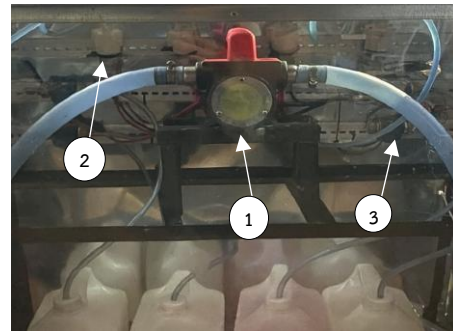
รูปที่ 1 การออกแบบระบบควบคุม

2.2 การออกแบบโครงสร้าง



รูปที่ 2 รูปตำแหน่งการวางอุปกรณ์

โครงสร้างต้นแบบเครื่องผสมสารป้องกันโรคและแมลงสำหรับสวนทุเรียน ได้รับการออกแบบให้สามารถรองรับน้ำหนักจากถังผสมสารละลายขนาด 200 ลิตร โดยคำนึงถึงความมั่นคงแข็งแรงของวัสดุประเภทเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิม (Galvanized) ซึ่งมีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงสามารถรองรับน้ำหนัก ทนทานต่อการกัดกร่อน ชิ้นงานได้ออกแบบโครงสร้างลักษณะเหมือนกับรถเข็นสามล้อ เพื่อให้สามารถเข็นถังผสมสารละลายเข้าพื้นที่สวนทุเรียนได้อย่างสะดวก ขนาดของโครงสร้างมีความกว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร และสูง 80 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2 หมายเลขที่ 1 แสดงถึงตำแหน่งการวางถังผสมสาร หมายเลขที่ 2 แสดงตำแหน่งการวางถังบรรจุสารละลายทั้ง 4 ถัง ซึ่งอยู่บริเวณด้านหน้าของชิ้นงาน และหมายเลข 3 แสดงตำแหน่งกล่องควบคุม และจอแสดงผลซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณด้านหลังของชิ้นงาน



รูปที่ 3 รูปตำแหน่งการวางปั้มน้ำ และเซนเซอร์วัดอัตราการไหล

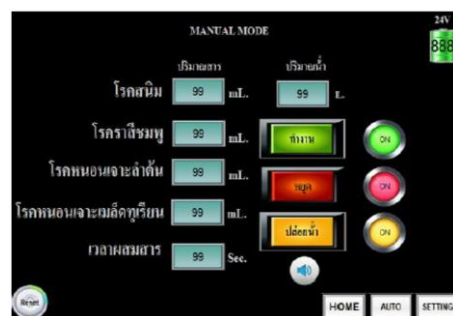
จากรูปที่ 3 หมายเลขที่ 1 แสดงถึงตำแหน่งการติดตั้งปั้มน้ำสำหรับดูดน้ำผสมสารละลายออกจากถัง หมายเลขที่ 2 แสดงตำแหน่งการติดตั้งปั้มน้ำแบบไดอะแฟรมสำหรับดูดสารละลายแต่ละชนิด ทั้งหมดจำนวน 4 ชุด หมายเลข 3 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์วัดอัตราการไหล โดยติดตั้งทั้งหมด 4 ชุด

3. การออกแบบโปรแกรมควบคุม

การออกแบบโปรแกรมระบบควบคุมการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของตัวพีแอลซี และส่วนของผู้ใช้งานผ่านหน้าจอแบบสัมผัส HMI โดยระบบควบคุมได้รับการออกแบบโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ การออกแบบการแสดงผลบนหน้าจอสัมผัสด้วยโปรแกรม SK Tool ซึ่งระบบที่ออกแบบประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ระบบควบคุมด้วยมือ และระบบควบคุมอัตโนมัติ

ระบบควบคุมแบบด้วยมือ เพื่อกำหนดปริมาณตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยการเข้าเมนูหลักของ HMI เลือกปุ่มกด MANUAL ขึ้นตอนถัดมาจะมีกระบวนการที่สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าผ่านหน้าจอ HMI ซึ่งสามารถป้อนค่าปริมาณของสารละลาย ป้องกันโรคและแมลงที่ต้องการ รวมถึงการกำหนดปริมาณน้ำ และระยะเวลาที่ใช้ในการผสมสารละลายได้ ดังแสดงในรูปที่ 4

ระบบควบคุมอัตโนมัติ สามารถเลือกจากปุ่มกด 4 ชนิดโรค ได้แก่ โรคสนิม โรคราสีชมพู โรคหนอนเจาะลำต้น และโรคหนอนเจาะเมล็ดทุเรียน ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการทำงานและเงื่อนไขที่กำหนดไว้เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้สามารถควบคุมปริมาณของสารผสมให้สอดคล้องกับชนิดของโรคที่กำหนด โดยการเข้าเมนูหลักของ หน้าจอ HMI เลือกปุ่มกด AUTO MODE ดังแสดงในรูปที่ 5

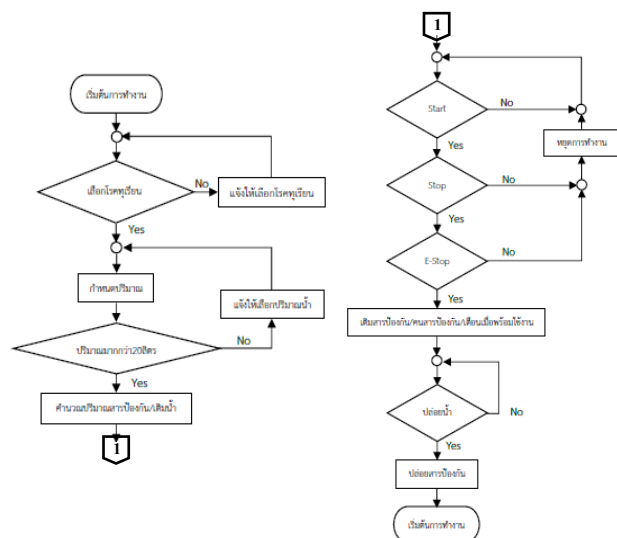


รูปที่ 4 ภาพหน้าจอ HMI แสดงเมนูโหมดควบคุมด้วยมือ



รูปที่ 5 ภาพหน้าจอ HMI แสดงเมนูโหมดควบคุมอัตโนมัติ

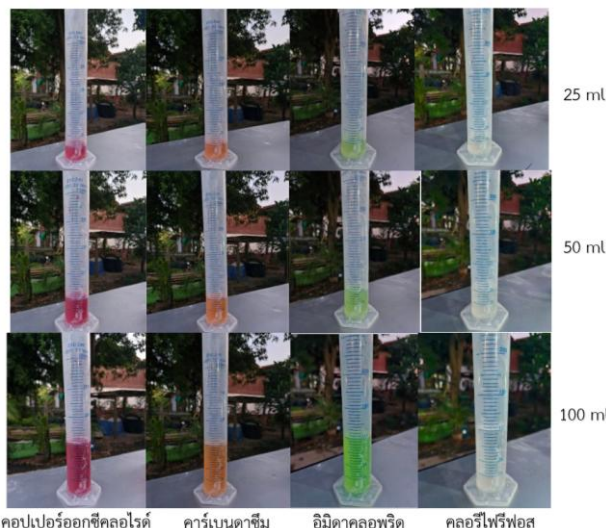
เมื่อ HMI แสดงหน้าต่างของ AUTO MODE จะรอนกว่าผู้ใช้เลือกชนิดของโรคที่ต้องการ จากนั้นกำหนดปริมาณความต้องการของสารป้องกันโรค (ปริมาณน้ำมีหน่วยเป็นลิตร) โดยกำหนดปริมาณน้ำอยู่ในช่วง 20 ลิตร ถึง 200 ลิตร จากนั้นกดปุ่ม Start ระบบจะเริ่มกระบวนการคำนวณ และควบคุมปั๊มในการเติมสารละลายป้องกันโรค โดยคำนวณข้อมูลปริมาณจากเซนเซอร์วัดอัตราการไหล จากนั้นระบบจะผสมสารละลายด้วยมอเตอร์คนสารละลายให้ทำงานตามเวลาที่คำนวณ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการจะมีเสียงเตือนผ่านบัสเซอร์ ขั้นตอนสุดท้ายจะรอนกว่าผู้ใช้จะกดปล่อยน้ำ ทั้งนี้ ระบบสามารถแสดงลำดับกระบวนการทำงาน และขั้นตอนการใช้งานผ่านหน้าจอ HMI แสดงลำดับการทำงานจากผังงาน ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผังการทำงานของระบบอัตโนมัติ

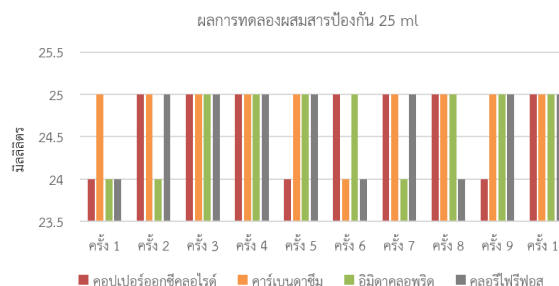
4. ผลการทดสอบระบบ

การทดสอบของสารป้องกันโรคทั้ง 4 ชนิด โดยกำหนดปริมาณน้ำเปล่า 25 ลิตร ผสมกับสารป้องกันแต่ละชนิดปริมาณ 25 มิลลิลิตร 50 มิลลิลิตร และ 100 มิลลิลิตร ทำการทดสอบ 10 ครั้ง โดยกำหนดค่าผ่านจอ HMI โหมด SETTING จากนั้นทำการวัดตรวจสอบป้องกันที่จ่ายออกมาผสมกับน้ำ ด้วยกระบอกตวง 250 มิลลิลิตร (Graduated Cylinder) ดังแสดงในรูปที่ 7



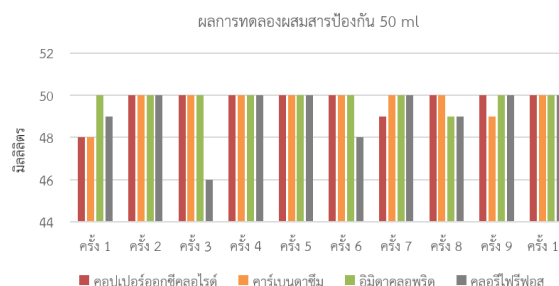
รูปที่ 7 การทดสอบวัดตรวจสอบป้องกันด้วยกระบอกตวง

ผลการทดสอบการวัดตรวจสอบป้องกันโดยกำหนดปริมาณให้เท่ากับ 25 มิลลิลิตร จำนวน 10 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 8



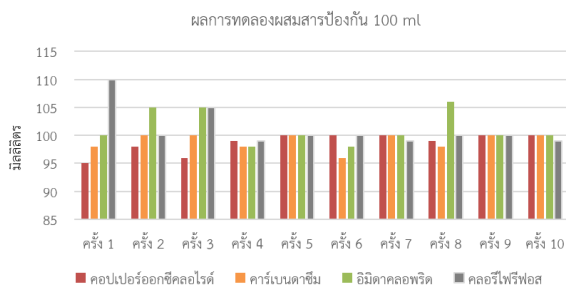
รูปที่ 8 การทดสอบสารป้องกัน 25 มิลลิลิตร

ผลการทดสอบการวัดตรวจสอบป้องกันโดยกำหนดปริมาณให้เท่ากับ 50 มิลลิลิตร จำนวน 10 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 9



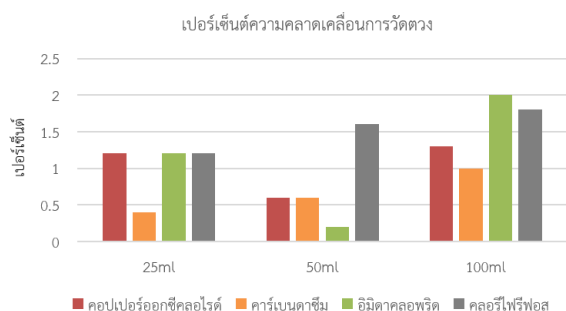
รูปที่ 9 การทดสอบสารป้องกัน 50 มิลลิลิตร

ผลการทดสอบการวัดดวงสารป้องกันโดยกำหนดปริมาณให้เท่ากับ 100 มิลลิกรัม จำนวน 10 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 การทดสอบสารป้องกัน 100 มิลลิกรัม

จากผลการทดลองจำนวน 10 ครั้ง ค่าความคลาดเคลื่อนของสารป้องกันคาร์เบนดาซิมคลอไรด์ สารอิมิดาโคลพริด และสารคลอริไพริฟอส อยู่ที่ 1.2% ส่วนสารป้องกันคาร์เบนดาซิมอยู่ที่ 0.4% สำหรับการวัดดวงสารป้องกันปริมาณ 50 มิลลิกรัมของสารป้องกันทั้ง 4 ชนิดค่าความคลาดเคลื่อนของสารคาร์เบนดาซิม 0.6% สารคาร์เบนดาซิม 0.6% สารอิมิดาโคลพริด 0.2% และสารอิมิดาโคลพริด 1.6% การทดลองการวัดดวงสารป้องกันปริมาณ 100 มิลลิกรัม สารคาร์เบนดาซิมคลอไรด์ 1.3% สารคาร์เบนดาซิม 1% สารอิมิดาโคลพริด 2% และสารอิมิดาโคลพริด 1.8% ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการทดสอบ

5. สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาเครื่องผสมสารป้องกันโรคและแมลงสำหรับสวนทุเรียนด้วยพีแอลซี ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการผสมสารคาร์เบนดาซิมคลอไรด์ ต่ำที่สุดคือ 0.6% ของการใช้สารละลายในการผสมที่ปริมาณ 50 มิลลิกรัม และสูงที่สุดคือ 1.3 % ของการใช้สารละลายในการผสมที่ปริมาณ 100 มิลลิกรัม ความคลาดเคลื่อนของการผสมสารคาร์เบนดาซิม ต่ำที่สุดคือ 0.4% ของการใช้สารละลายในการผสมที่ปริมาณ 25 มิลลิกรัม และสูงที่สุดคือ 1 % ของการใช้สารละลายในการผสมที่ปริมาณ 100 มิลลิกรัม ความคลาดเคลื่อนของการผสมสารอิมิดาโคลพริด ต่ำที่สุดคือ 0.2% ของการใช้สารละลายในการผสมที่ปริมาณ 50 มิลลิกรัม สูงที่สุดคือ 2 % ของการใช้สารละลายในการผสมที่ปริมาณ 100 มิลลิกรัม และความคลาดเคลื่อนของการผสมสารคลอริไพริฟอส ต่ำที่สุดคือ 1.2% ของการใช้สารละลายในการผสมที่ปริมาณ 25 มิลลิกรัม สูงที่สุดคือ 1.8 %

ของการใช้สารละลายในการผสมที่ปริมาณ 100 มิลลิกรัม ดังนั้นความคลาดเคลื่อนดังกล่าวจะมีผลกระทบมากกับการใช้สารละลายในการผสมที่ปริมาณ 100 มิลลิกรัม และน้อยที่สุดคือ 50 มิลลิกรัม

เอกสารอ้างอิง

- [1] อธิษฐ์ งามผ่องใส, สุนทร พิพิธแสงจันทร์ และ วิภาวดี ชำนาญ “การใช้สารร่วมแมลงและสารสกัดจากพืชบางชนิดควบคุมแมลงศัตรูกล้วยไม้,” วารสารสงขลานครินทร์ (วท.), ปีที่ 25 ฉบับที่ 3 (2546), หน้า 307–316
- [2] ปิยะฉัตร พันทาส, รัตติยากร ทองยวน, นฤมล แก้วโมรา, สิริมา มงคลสัมฤทธิ์, ศิริกุล ธรรมจิตรสกุล และ กัญจน์ ศิลปประสิทธิ์, “ความเสี่ยงทางสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสสารเคมีกำจัดแมลงในการประกอบอาชีพผู้ค้าผักและผลไม้สดในตลาดสดจังหวัดนครนายก,” วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ ครั้งที่ 8 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม ปี 2557, หน้า 17-24
- [3] สุดารัตน์ เพชรจรัส และ พรชูลี นิวิวิช, “การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการผลิตทุเรียนของเกษตรกร ในอำเภอศรี จังหวัดชุมพร,” การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 7-8 ธันวาคม 2560, หน้า 3785-3792
- [4] วนายุทธ แสนเงิน และ เสมอ พัฒนนิม “การพัฒนาชุดสาธิตหุ่นยนต์คาร์ทีเซียนสำหรับการจัดเก็บสินค้าแนวตั้งควบคุมด้วยพีแอลซี,” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 47, 13-15 พฤศจิกายน 2567
- [5] T. Anuradha, K. Ramya and R. Selvam “Design and Implementation of Solar Powered Automatic Pesticide Sprayer for Agriculture,” Journal of Physics: Conference Series., vol. 1362, pp. 1-8, 2019.
- [6] M. Ahamed, M. Hongbin, S. Lepeng and J. Ying “Embedded Design of Automatic Pesticide Spraying Robot Control System” 2022 10th International Symposium on Computational Intelligence and Industrial Applications (ISCIA2022), Beijing, China, 2022, pp. 1-6.
- [7] M. Zhanxing, X. Xinyu, S. Zhu, X. Yang Xu, Z. Qingqing, J. Yuxuan and Z. Haiwei “Design and Testing of a PLC-Controlled Pressure Stabilization System for Targeted Spraying on Heading Vegetables”, J. Agriculture., vol. 15 pp. 1-18, 2025.