รายงานแผนงานวิจัยย่อย

การวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตกล้วยไม้คุณภาพเพื่อการส่งออก

Research and Development on the Agricultural Machinery for Production of Exporting High-Quality Orchids

หัวหน้าแผนงานวิจัยย่อย

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์

Puttinun Jarruwat

ปี พ.ศ. 2564

กรมวิชาการเกษตร

รายงานแผนงานวิจัยย่อย

การวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตกล้วยไม้คุณภาพเพื่อการส่งออก

Research and Development on the Agricultural Machinery for Production of Exporting High-Quality Orchids

หัวหน้าแผนงานวิจัยย่อย

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์

Puttinun Jarruwat

ปี พ.ศ. 2564

กรมวิชาการเกษตร

คำปรารภ

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตกล้วยไม้เมืองร้อนที่สำคัญ โดยเฉพาะกล้วยไม้สกุลหวาย แคทรียา ม็อคคารา และแวนดา โดยผลผลิตกล้วยไม้ที่ผลิตเพื่อส่งออกมีประมาณ 49% ส่วนอีก 51% เป็นการผลิตเพื่อใช้ในประเทศ ปัจจุบันสามารถนำรายได้เข้าประเทศมูลค่าไม่น้อยกว่าปีละ 2,000 ล้านบาท แต่ระบบการผลิตยังพบปัญหาที่สำคัญหลายด้านได้แก่ ปัญหาด้านแรงงานที่ไม่เพียงพอ ปัญหาที่เกี่ยวกับคุณภาพน้ำที่เกษตรกรนำมาใช้ ซึ่งมีคุณภาพน้ำต่ำลงอันเนื่องจากการปนเปื้อนน้ำทิ้งจากบ้านเรือนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ปัญหาต้นทุนด้านวัสดุปลูกกล้วยไม้สูงขึ้น เนื่องจากวัสดุปลูกกาบมะพร้าวขาดแคลนและมีราคาเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะกล้วยไม้สกุลหวายและแคทรียา ปัญหาด้านปุ๋ย ฮอร์โมน สารกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชสูงขึ้นมาก ทำให้เกษตรกรมีค่าใช้จ่ายและต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้หากได้รับการศึกษาวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จะสามารถช่วยให้เกษตรกรชาวสวนกล้วยไม้มีรายได้และชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ในชุดโครงการนี้จะทำการศึกษาวิจัยในส่วนของการพัฒนาเครื่องมือผลิตวัสดุปลูกชีวภาพจากสิ่งเหลือใช้ทางการเกษตรในระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้ เครื่องมือสำหรับการอารักขาต้นและช่อดอกกล้วยไม้ในส่วนของการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงศัตรูแบบอัตโนมัติและแม่นยำ เพื่อลดการใช้แรงงานและปริมาณสารเคมีที่ใช้เกินความจำเป็น ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการจัดการในสวนกล้วยไม้ได้ และการพัฒนาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพสินค้ากล้วยไม้ตัดดอกแบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการตรวจสอบแมลงศัตรูที่สำคัญเช่น เพลี้ยไฟ ที่อาจติดไปกับสินค้ากล้วยไม้ ในโรงคัดบรรจุก่อนทำการบรรจุเพื่อการส่งออก และสามารถนำไปใช้ในส่วนของสถานีที่ตรวจสอบสินค้ากล้วยไม้ที่มีการนำเข้าและส่งออกได้ โดยชุดโครงการวิจัยนี้มีความสอดคล้องนโยบายรัฐบาล ในเรื่องการผลิตพืชอย่างแม่นยำ (Precision Agriculture) ที่จะมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไปในอนาคต

กรมวิชาการเกษตร

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์

หัวหน้าแผนงานวิจัยย่อย

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ..... 5

คณะผู้วิจัย 6

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ 7

บทนำ..... 8

บทคัดย่อ..... 10

1. โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์
สำหรับกล้วยไม้ 13

2. โครงการวิจัย ออกแบบและพัฒนาชุดระบบตรวจสอบแมลงศัตรูสำคัญ
ในกล้วยไม้เพื่อควบคุมการให้สารเคมีตามระบบ IPM 26

3. โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชสำหรับกล้วยไม้ตัดดอก
แบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ..... 42

บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 59

บรรณานุกรม..... 60

ภาคผนวก 63

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำแผนงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี และ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อสถานที่ในการสร้างเครื่องต้นแบบ สวนกล้วยไม้ชาณธนิต จ.นครปฐม และสวนกล้วยไม้สุภาฟาร์ม จ.นครราชสีมา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบเครื่องต้นแบบ ขอบคุณช่างของกลุ่มสร้างและผลิต สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมที่ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนคำแนะนำในการสร้าง และแก้ไขเครื่องขณะมีปัญหาระหว่างการทดสอบซึ่งเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยนี้

กรมวิชาการเกษตร

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าแผนงานวิจัยย่อย การวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตกล้วยไม้คุณภาพเพื่อการส่งออก

นายพุทธธินันทร์ จารุวัฒน์ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี

หัวหน้าโครงการที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้

นายบัณฑิต จิตรจำนงค์ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี

หัวหน้าโครงการที่ 2 ออกแบบและพัฒนาชุดระบบตรวจสอบแมลงศัตรูสำคัญในกล้วยไม้เพื่อควบคุมการให้สารเคมีตามระบบ IPM

นายตฤณสิษฐ์ ไกรสินบุรศักดิ์ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

หัวหน้าโครงการที่ 3 วิจัยและพัฒนาเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชสำหรับกล้วยไม้ตัดดอกแบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ

นายอนุชิต ฉ่ำสิงห์ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

q	=	อัตราการไหลในหน่วย ลิตร/นาที
V	=	ปริมาตรของของไหลในหน่วย ลิตร
R	=	อัตราการฉีดพ่นของหัวฉีดในหน่วย ลิตร/ไร่
w	=	ความกว้างในการฉีดพ่นของหัวฉีดในหน่วย เมตร
v	=	ความเร็วในการเคลื่อนที่ของแขนกลในหน่วย เมตร/วินาที
SPWM	=	ตัวควบคุมแบบ Servo Pulse Width Modulation
Delay Time	=	ช่วงเวลาที่ใช้ในการตอบสนองของระบบตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งเอาต์พุตมีค่าเป็น 50% ของค่าอินพุตอ้างอิง
Rise Time	=	ช่วงเวลาตั้งแต่เอาต์พุตมีค่าเป็น 10% จนถึง 90% ของค่าอินพุตอ้างอิง
Setting Time	=	ช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งการแกว่งของเอาต์พุตลดลงอยู่ในขอบเขตที่กำหนด โดยปกติแล้วขอบเขตนี้จะอยู่ในช่วง 5%
Response Time	=	ช่วงเวลาตอบสนองของระบบตั้งแต่เวลาเริ่มต้นจนกระทั่งถึงค่าอ้างอิง
Overshoot (OS)	=	หรือ ค่าพุ่งเกิน เป็นค่า error ที่มากที่สุดระหว่างอินพุต และเอาต์พุต ค่านี้จะใช้ในการประมาณความเสถียรของระบบ ค่า Overshoot จะวัดเป็นสัดส่วนเทียบกับค่าสุดท้ายหรือค่าอินพุตอ้างอิง
a_{i-1}	=	ความยาวของแขนหุ่นยนต์ (มม.)
α_{i-1}	=	มุมที่แขนบิดซึ่งเทียบกับข้อต่อก่อนหน้า (องศา)
d_i	=	ระยะห่างที่เกิดจากรูปร่างแขนที่ไม่เป็นเส้นตรง (มม.)
θ_i	=	มุมที่หมุนได้ในที่นี้คือมอเตอร์ (องศา)

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตกล้วยไม้เมืองร้อนที่สำคัญ โดยเฉพาะกล้วยไม้สกุลหวาย แคทรียา ม็อคคารา และแวนดา โดยผลผลิตกล้วยไม้ที่ผลิตเพื่อส่งออกมีประมาณ 49% ส่วนอีก 51% เป็นการผลิตเพื่อใช้ในประเทศ ปัจจุบันสามารถนำรายได้เข้าประเทศมูลค่าไม่น้อยกว่าปีละ 2,000 ล้านบาท สุธีรนันท์ และคณะ (2556) ได้เสนอผลการศึกษาสถานการณ์การผลิตกล้วยไม้ของเกษตรกรในเขตกรุงเทพมหานคร สมุทรสาครและนครปฐม ซึ่งเป็นพื้นที่ผลิตกล้วยไม้หลักของประเทศ พบปัญหาที่สำคัญหลายด้านได้แก่ ปัญหาด้านแรงงานที่ไม่เพียงพอ ปัญหาที่เกี่ยวกับคุณภาพน้ำที่เกษตรกรนำมาใช้ ซึ่งมีคุณภาพน้ำต่ำลงอันเนื่องจากการปนเปื้อนน้ำทิ้งจากบ้านเรือนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ปัญหาต้นทุนด้านวัสดุปลูกกล้วยไม้สูงขึ้น เนื่องจากวัสดุปลูกกาบมะพร้าวขาดแคลนและมีราคาเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะกล้วยไม้สกุลหวายและแคทรียา ปัญหาด้านปุ๋ย ฮอร์โมน สารกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชสูงขึ้นมาก ทำให้เกษตรกรมีค่าใช้จ่ายและต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้หากได้รับการศึกษาวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จะสามารถช่วยให้เกษตรกรชาวสวนกล้วยไม้มีรายได้และชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น จากการที่สามารถผลิตและขายสินค้ากล้วยไม้ที่มีคุณภาพและมีต้นทุนการผลิตต่ำลง ซึ่งจะส่งผลต่อภาพรวมของเศรษฐกิจระดับประเทศ จากการส่งออกสินค้ากล้วยไม้ที่สร้างรายได้ให้กับประเทศเพิ่มขึ้น ในชุดโครงการนี้จะทำการศึกษาวิจัยในส่วนของการพัฒนาเครื่องมือผลิตวัสดุปลูกชีวภาพจากสิ่งเหลือใช้ทางการเกษตรในระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้ เครื่องมือสำหรับการอารักขาต้นและช่อดอกกล้วยไม้ในส่วนของการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงศัตรูแบบอัตโนมัติและแม่นยำ เพื่อลดการใช้แรงงานและปริมาณสารเคมีที่ใช้เกินความจำเป็น ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการจัดการในสวนกล้วยไม้ได้ และการพัฒนาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพสินค้ากล้วยไม้ตัดดอกแบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการตรวจสอบแมลงศัตรูที่สำคัญเช่น เพลี้ยไฟ ที่อาจติดไปกับสินค้ากล้วยไม้ ในโรงคัดบรรจุก่อนทำการบรรจุเพื่อการส่งออก และสามารถนำไปใช้ในส่วนของสถานีที่ตรวจสอบสินค้ากล้วยไม้ที่มีการนำเข้าและส่งออกได้ โดยชุดโครงการวิจัยนี้มีความสอดคล้องนโยบายรัฐบาล ในเรื่องการผลิตพืชอย่างแม่นยำ (Precision Agriculture) ที่จะมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไปในอนาคต

กรมวิชาการเกษตร

วัตถุประสงค์

1. วิจัยและพัฒนาเครื่องมือผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์ ทั้งในส่วนที่เป็นกระบะวัสดุปลูกและวัสดุปลูกกระถางเพื่อรองรับความต้องการใช้ปริมาณมากของชาวสวนกล้วยไม้ในช่วงรื้อแปลงปลูกต้นกล้วยไม้ใหม่ และศึกษาพัฒนาส่วนผสมของวัสดุปลูกกล้วยไม้ทดแทนกาบมะพร้าว ที่สามารถลดน้ำหนักของวัสดุปลูกทดแทนเดิมได้

2. ออกแบบและพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย เพื่อประเมินการตัดสินใจในการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติตามระบบ IPM

3. วิจัยและพัฒนาเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชสำหรับสินค้ากล้วยไม้ตัดดอก สำหรับใช้ในการตรวจสอบแมลงศัตรูและคัดแยกคุณภาพของกล้วยไม้ตัดดอกก่อนการบรรจุเพื่อการส่งออก และการตรวจสอบสินค้ากล้วยไม้นำเข้า-ส่งออก ที่สถานีตรวจสอบคุณภาพสินค้า ด้วยการประยุกต์ใช้การถ่ายภาพ วิเคราะห์ผล ร่วมกับระบบสายพานลำเลียงแบบอัตโนมัติ

วิธีการวิจัย

- วิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ทดแทนกาบมะพร้าวเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตให้มากขึ้นกว่าเดิมโดยจะพัฒนาในส่วนของชุดลำเลียงส่วนผสมลงเครื่อง โครงสร้างของเครื่องและช่องอัดชิ้นงานให้สามารถอัดวัสดุปลูกได้จำนวนมากขึ้น ปรับปรุงระบบไฮดรอลิกที่ควบคุมการทำงานด้วยวาล์วไฟฟ้า และ Programmable Logic Controller (PLC) ให้รองรับกับกำลังการผลิตของเครื่องต้นแบบที่เพิ่มขึ้น ออกแบบแม่พิมพ์ของเครื่องต้นแบบ ให้สามารถถอดเปลี่ยนเพื่ออัดวัสดุปลูกเป็นรูปทรงอื่นได้ ในส่วนของตัวประสานจะทำการศึกษาและพัฒนาหาตัวประสานใหม่เพื่อลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ลง

- วิจัยและพัฒนาชุดระบบตรวจสอบแมลงศัตรูสำคัญในสวนกล้วยไม้ เพื่อควบคุมการให้สารเคมีตามระบบ IPM โดยเป็นการออกแบบและพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย เพื่อตรวจสอบเพลี้ยไฟในระยะตัวอ่อน และตัวเต็มวัย รวมถึงบั่วกล้วยไม้ในระยะตัวหนอน และอาการบวมซีดในระยะเริ่มต้นของการทำลายในดอกตูม เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ โดยออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงติดตั้งในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ในประเทศไทย นอกจากนี้จะทำการตรวจสอบ และประเมินสถานการณ์การระบาดของเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในโรงเรือนทุก 5 วันตามระบบ IPM เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้ รวมถึงอุปกรณ์วัด และควบคุมอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ จะเป็นทั้งที่ประยุกต์ใช้งาน และออกแบบระบบอัลกอริทึมของซอฟท์แวร์ขึ้นมาใหม่ นอกจากนั้นมีการพัฒนาระบบควบคุมการพ่นสารเคมีร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายแบบอัตโนมัติ

- วิจัยและพัฒนาเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชได้แก่ เพลี้ยไฟ บั่วกล้วยไม้ และหนอนกระทู้ผัก สำหรับกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายในโรงคัดบรรจุแบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพแบบหลายมุมมองที่แตกต่างกัน (Multi-camera) ในการตรวจสอบแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้

กรมวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ

แผนงานย่อย วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตกล้วยไม้คุณภาพเพื่อการส่งออก

โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้

เครื่องผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้มีขนาด(กว้างxยาวxสูง) 0.5x2x1 เมตร ใช้ระบบไฮดรอลิคควบคุมการทำงานด้วยวาล์วไฟฟ้าแบบกึ่งอัตโนมัติ อัดวัสดุปลูกที่แรงดัน 10 เมกะปาสคาล ความสามารถของเครื่องในการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ได้ 100 ก้อน/ชั่วโมง วัสดุปลูกกล้วยไม้ที่อัดแล้วมีขนาด (กว้างxยาวxสูง) 22x36x8 เซนติเมตร ก้อนวัสดุปลูก 1 ก้อน สามารถปลูกกล้วยไม้ได้ 4 ต้น เครื่องมือผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้สามารถใช้ผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ที่มีความแข็งแรงและคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วยไม้ อายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 3 ปีวัสดุเกษตรที่ใช้คือ ต้นกระถินสับย่อ และทางปาล์มน้ำมันสับย่อย ส่วนผสมเถ้าลอยที่นำมาใช้ผสมเพื่อลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ ลดต้นทุนการผลิต สามารถใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ได้ 40% โดยมีคุณสมบัติทางกายภาพ ผลการตอบสนองทางการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ไม่แตกต่างจากการใช้ปูนซีเมนต์เป็นตัวประสานเพียงอย่างเดียว ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้มีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ 8 บาท/ก้อน เครื่องมือผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้มีจุดคุ้มทุนเมื่อทำการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ 213,333 ก้อน/ปี ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1 ปี ที่ราคาขายก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ 9 บาท/ก้อน

โครงการออกแบบและพัฒนาชุดระบบตรวจสอบแมลงศัตรูสำคัญในกล้วยไม้เพื่อควบคุมการให้สารเคมีตามระบบ IPM

เครื่องต้นแบบระบบพ่นสารเคมีเคลื่อนที่บนรางเหนือแนวแปลงปลูกในโรงเรือน ประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ส่วน คือโครงสำหรับการเคลื่อนที่ของแขนกลพ่นสารเคมี แขนกลพ่นสารเคมี และระบบฉีดพ่นสารเคมี โดยแขนกลพ่นสารเคมีสามารถเคลื่อนที่บนโครงผ่านล้อขับโดยใช้ต้นกำลังจากเซอร์โวมอเตอร์ ส่วนโครงทำจากอลูมิเนียมยึดกับโครงหลังคาโรงเรือน แขนกลประกอบด้วยโลหะทำจากแผ่นอลูมิเนียม บริเวณหัวจับติดตั้งแขนบูมพ่นสารเคมีความยาว 600 มม. ประกอบด้วยหัวฉีดพ่นแบบ cold fogger จำนวน 4 หัว แต่ละหัวฉีดมีระยะห่างกัน 200 มม. คลอบคลุมพื้นที่ปลูกกล้วยไม้จำนวน 200 ก้อน ระบบฉีดพ่นประกอบด้วยถังใส่สารเคมีจำนวน 50 ลิตร ปั๊มพ์ไดอะแฟรม วาล์วโซลินอยด์ติดตั้งพร้อมกับหัวฉีด และชุดควบคุมระบบฉีดพ่น โดยปั๊มพ์จะส่งน้ำยาสารเคมีผ่านวาล์วสามทางไปตามท่อจนถึงวาล์วโซลินอยด์และหัวฉีด ส่วนชุดควบคุมทำหน้าที่ควบคุมการฉีดพ่นอัตโนมัติผ่านวาล์วโซลินอยด์โดยใช้ SPWM (Servo Pulse Width Modulation) ทำให้ได้อัตราการฉีดพ่นโดยเฉลี่ยเท่ากันทุกหัวฉีด เกิดค่าความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย

โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชสำหรับกล้วยไม้ตัดดอกแบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ

ช่อกล้วยไม้ตัดดอกที่จะทำการส่งออกไปยังต่างประเทศจำเป็นต้องมีการตรวจสอบป้องกันการมีแมลงศัตรูพืชของกล้วยไม้ปะปนไป โดยเฉพาะหนอนกระทู้ผัก บั่วกล้วยไม้ เพลี้ยไฟ วิธีการตรวจสอบเป็นงานที่ต้องใช้คน

กรมวิชาการเกษตร

ที่มีความชำนาญ แต่การทำงานติดต่อกันเป็นเวลานานส่งผลให้ประสิทธิภาพในการตรวจสอบลดลง จึงได้ทำการพัฒนาเครื่องตรวจสอบโดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพเพื่อใช้ในกระบวนการตรวจสอบ ผลการทดสอบพบว่ามีเพียงกล้องถ่ายภาพแบบทั่วไป เท่านั้นที่มีความเป็นไปได้ และต้องมีการใช้กล้องดังกล่าวหลายตัวเพื่อทำการถ่ายในหลายมุมมองที่แตกต่างกัน และวิเคราะห์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม เครื่องต้นแบบทำงานโดยลำเลียงกล้วยไม้ด้วยสายพานลำเลียงเข้าไปยังห้องถ่ายภาพและทำการถ่ายภาพในหลายมุมมองที่แตกต่างกัน แล้วทำการวิเคราะห์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมชนิดคอนโวลูชั่น (Convolutional Neural Network, CNN) เพื่อแยกแยะหมวดหมู่ของภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยหนอนกระทู้ผัก บั่วกล้วยไม้ เพลี้ยไฟ และไม่พบแมลง จากการทดสอบการจำแนกหมวดหมู่ของแมลงพบว่า มีประสิทธิภาพในการแยกตามชนิดของแมลงคือ หนอนกระทู้ผัก 78.6% บั่วกล้วยไม้ 68.0% เพลี้ยไฟเท่ากับ 39.8% ไม่พบแมลง 39.1% โดยความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบ เกิดจากการที่แมลงบางชนิด เช่นบั่วกล้วยไม้หรือเพลี้ยไฟ เป็นแมลงที่มีขนาดที่เล็ก ทำให้ภาพของกล้วยไม่ที่มีแมลงปะปนและภาพของกล้วยไม้ที่ไม่มีแมลงปนอยู่มีความคล้ายคลึงกัน ระบบตรวจจับจึงทำการแยกแยะระหว่างช่อกล้วยไม้ที่มีแมลงปะปนและช่อกล้วยไม้ที่ไม่มีแมลงปะปนอยู่ได้ยากมากขึ้น

Abstract

Research and development on the agricultural machinery for production of exporting high-quality orchids

Commercial Level Bio growing Medias Production Machine for Orchids with dimensions (Width x Length x Height) 0.5x2x1 m. It uses a semi-automatic hydraulic control system with electric valves. Pressing the planting material at a pressure of 10 MPa the capacity of the machine to produce 100 cubes of planting material for orchids/hour. (Width x Length x Height) 22x36x8 cm. 1 cube of planting material can grow 4 orchids. Orchid planting tools can be used to produce orchid planting materials that are strong and suitable for growing orchids. The service life is not less than 3 years. The agricultural materials used are chopped acacia and chopped palm oil Fly ash mixture to be mixed to reduce cement consumption reduce production cost It can be used to replace 40% of cement with its physical properties. The growth response of orchids was not different from the use of cement as a binder alone. The results of engineering economics analysis revealed that the cost of producing commercial-grade bio-planting material for orchids was 8 baht/piece. 213,333 cubes/year, payback period about 1 year at the selling price of orchid planting material 9 baht/piece.

Design and Development of a Remote Control System for Orchid Pests and Precision Application of Chemicals in an IPM System

กรมวิชาการเกษตร

The prototype of a spray system which moves on the rail in the Green house consists of a 3-part structure. Part I is a frame for the movement of a mechanical spray arm. Part II is a mechanical arm sprayer and Part III is a chemical spraying system. The mechanical sprayer arm can move on the frame via drive wheels by using servo motor power. The frame is made of aluminum attached to the house roof frame. The mechanical arm is composed of metal made of aluminum sheet. The handle is equipped with a 600 mm long sprayer boom consisting of four cold fogger nozzles, each with a distance of 200 mm. It covers 200 pieces of orchids. The spraying system consists of a 50 liter tank, diaphragm pump. Solenoid valves are installed together with the nozzles and control unit for spraying system. The pump delivers the chemical solution through a three-way valve along the pipe to the solenoid valve and the nozzle. The control unit is responsible for controlling the spraying automatically through the solenoid valve using SPWM (Servo Pulse Width Modulation), resulting in the same average spraying rate for all nozzles.They have a few error.

Research and development of automatic conveyor belts insect pests screening machines for orchids cut flower

Exported orchids cut flower need to be inspected in order to prevent insect pests that might be mixed with orchids cut flower, especially common cutworm, orchid midge and cotton thrips. Specialist is required for inspection procedure but continuous working for a long time will decrease inspection efficiency. Hence, we develop an inspection machine that using image processing technology to be used in an inspection process. Comparing between multispectral camera, thermal camera and general cameras. We found that only a general camera is possible to use in this process by using multiple cameras to take a photo from difference views and analyze using neural network. The principle of machine is using conveyor to transport orchids into photography chamber and take a photo from difference views, then analyze with a convolutional neural network (CNN) to classify categories of images which consists of common cutworm, orchid midge, cotton thrips and non-pest image. For the testing result, the accuracy of image classification from each category is 78.6% for common cutworm, 68.0% for orchid midge, 39.8% for cotton thrips and 39.1% for non-pest image. Error from the inspection result was affected by the size of insects are too small such as orchid midge and cotton thrips that make similarity between pest image and non-pest image, so the inspection system has more difficult to classify between these images.

โครงการวิจัยที่ 1

โครงการวิจัยที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้

Research and Development on Commercial Level Bio growing Medias Production Machine for Orchids

ผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย นายบัณฑิต จิตรจำนงค์ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

บทคัดย่อ

เครื่องผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้มีขนาด(กว้างxยาวxสูง) 0.5x2x1 เมตร ใช้ระบบไฮดรอลิคควบคุมการทำงานด้วยวาล์วไฟฟ้าแบบกึ่งอัตโนมัติ อัดวัสดุปลูกที่แรงดัน 10 เมกะปาสคาล ความสามารถของเครื่องในการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ได้ 100 ก้อน/ชั่วโมง วัสดุปลูกกล้วยไม้ที่อัดแล้วมีขนาด (กว้างxยาวxสูง) 22x36x8 เซนติเมตร ก้อนวัสดุปลูก 1 ก้อน สามารถปลูกกล้วยไม้ได้ 4 ต้น เครื่องมือผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้สามารถใช้ผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ที่มีความแข็งแรงและคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วยไม้ อายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 3 ปีวัสดุเกษตรที่ใช้คือ ต้นกระถินสับย่อ และทางปาล์มน้ำมันสับย่อย ส่วนผสมเถ้าลอยที่นำมาใช้ผสมเพื่อลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ ลดต้นทุนการผลิต สามารถใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ได้ 40% โดยมีคุณสมบัติทางกายภาพ ผลการตอบสนองทางการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ไม่แตกต่างจากการใช้ปูนซีเมนต์เป็นตัวประสานเพียงอย่างเดียว ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้มีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ 8 บาท/ก้อน เครื่องมือผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้มีจุดคุ้มทุนเมื่อทำการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ 213,333 ก้อน/ปี ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1 ปี ที่ราคาขายก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ 9 บาท/ก้อน

คำสำคัญ: วัสดุปลูกชีวภาพ; เครื่องผลิตวัสดุปลูก

ABSTRACT

Commercial Level Bio growing Medias Production Machine for Orchids with dimensions (Width x Length x Height) 0.5x2x1 m. It uses a semi-automatic hydraulic control system with electric valves. Pressing the planting material at a pressure of 10 MPa The capacity of the machine to produce 100 cubes of planting material for orchids/hour. (Width x Length x Height) 22x36x8 cm. 1 cube of planting material can grow 4 orchids. Orchid planting tools can be used to produce orchid planting materials that are strong and suitable for growing orchids. The service life is not less than 3 years. The agricultural materials used are chopped acacia and chopped palm oil Fly

กรมวิชาการเกษตร

ash mixture to be mixed to reduce cement consumption reduce production cost It can be used to replace 40% of cement with its physical properties. The growth response of orchids was not different from the use of cement as a binder alone. The results of engineering economics analysis revealed that the cost of producing commercial-grade bio-planting material for orchids was 8 baht/piece. 213,333 cubes/year, payback period about 1 year at the selling price of orchid planting material 9 baht/piece.

Keywords: Bio growing Medias; Production Machine

คำนำ

วัสดุปลูกหรือเครื่องปลูกมีหน้าที่ให้รากเกาะยึดเพื่อให้ลำต้นของกล้วยไม้ตั้งตรง ไม่โอนเอนหรือล้มวัสดุปลูกยังทำหน้าที่เก็บความชื้นและธาตุอาหารเพื่อให้รากดูดไปใช้ขณะเดียวกันวัสดุปลูกก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศรอบๆระบบราก การพิจารณาเลือกวัสดุปลูกต้องคำนึงถึงคุณสมบัติคือ ช่วยให้ระบบรากและต้นกล้วยไม้เจริญงอกงามดีหาได้ง่ายต้นทุนต่ำทนทานไม่ย่อยสลายเร็วเกินไปปราศจากสารพิษเจือปนและสะดวกต่อการใช้ปลูก (ชมรมส่งเสริมเกษตรชีวภาพ, 2554) วัสดุปลูกที่นิยมใช้ในการปลูกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายได้แก่ กาบมะพร้าว ปัจจุบันสืบเนื่องจากปัญหาผลผลิตมะพร้าวของไทยลดลงอย่างมาก จากพื้นที่การเพาะปลูกที่ลดลงและปัญหาเนื่องจากการระบาดของแมลงดำหนามและแมลงอื่นๆ ทำให้ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวาย ซึ่งจำเป็นต้องใช้กาบมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกทำให้กาบมะพร้าวมีไม่เพียงพอและราคาสูงขึ้น จากเดิมกระบะปลูกกล้วยไม้ ราคา 5-7 บาทขยับเป็น 15-20 บาท หรือ กาบมะพร้าวเหมารถ 6 ล้อต่อคัน 2,500 บาท เพิ่มขึ้นเป็นมากกว่า 5,000 บาทโดยทั่วไปเกษตรกรที่ปลูกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายหลังจากปลูกไปแล้วทุก ๆ 3-5 ปีจะต้องมีการรื้อต้นกล้วยไม้เก่าและกาบมะพร้าวที่เป็นวัสดุปลูกออกเพื่อปลูกต้นใหม่เนื่องจากกล้วยไม้มีจำนวนลำลูกกล้วยมากและหนาแน่น การระบายอากาศไม่ดีและมีการสะสมของโรคในลำเก่า ๆ ประกอบกับกาบมะพร้าวจะเริ่มผุและเปื่อยยุ่ยส่งผลให้ผลผลิตดอกกล้วยไม้ลดลงโดยเกษตรกรเจ้าของแปลงกล้วยไม้ต้องมีการวางแผนในการหากาบมะพร้าวให้ได้แน่นอนก่อนที่จะทำการรื้อแปลงเพราะหากหากาบมะพร้าวไม่ได้จะต้องทิ้งแปลงให้ว่างเปล่าส่งผลให้ขาดรายได้ (หนังสือพิมพ์เดลินิวส์, 2554) การศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกที่เหลือทิ้งทางการเกษตรสำหรับนำมาใช้ในการปลูกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายทดแทนกาบมะพร้าว จะเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยลดปริมาณการใช้กาบมะพร้าว ช่วยลดต้นทุนการผลิตให้เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายได้และช่วยเพิ่มมูลค่าเพิ่มของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรได้อีกแนวทางหนึ่ง

ปัญหากาบมะพร้าวซึ่งเกษตรกรใช้เป็นวัสดุปลูกสำหรับกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายมีราคาสูงขึ้น เนื่องจากพื้นที่ปลูกและผลผลิตที่ลดลงซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตกล้วยไม้ของเกษตรกร ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรีได้มีการศึกษานำต้นกระถินและทางปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เป็นวัสดุปลูกทดแทนกาบมะพร้าว โดยนำมาหั่นย่อยและผสมกับปูนซีเมนต์ซึ่งเป็นวัสดุประสาน ในอัตราส่วน 1:2.5 กิโลกรัม ทำ

กรมวิชาการเกษตร

ให้สามารถอัดขึ้นรูปเป็นก้อนวัสดุปลูกที่มีโครงสร้างแข็งแรง รวมถึงทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องต้นแบบผลิตก้อนวัสดุปลูกซึ่งมีขนาด 0.5x1.4x1 เมตร ชุดอัดก้อนวัสดุปลูกทำงานด้วยระบบ ไฮดรอลิกที่ควบคุมการทำงานด้วยวาล์วไฟฟ้า และ Programmable Logic Controller (PLC) ที่แรงอัดส่วนผสมของก้อนวัสดุปลูก 10 เมกะปาสคาล เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการผลิตก้อนวัสดุปลูก 30 ก้อนต่อชั่วโมง หรือวันละ 240 ก้อน ขนาดก้อนวัสดุปลูก (กว้างxยาวxสูง) ประมาณ 22x36x8 เซนติเมตร การปลูกกล้วยไม้ใช้ก้อนวัสดุปลูกประมาณ 3,000 ก้อน/ไร่ ดังนั้นกำลังการผลิตของเครื่องจึงไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร เมื่อมีการรื้อแปลงกล้วยไม้เพื่อปลูกใหม่ วิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้ จะปรับกำลังการผลิตจากงานวิจัยเครื่องผลิตวัสดุปลูกทดแทนกาบมะพร้าวสำหรับกล้วยไม้เพิ่มขึ้น เพื่อให้กำลังการผลิตของเครื่องต้นแบบนี้จะสามารถรองรับเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้เนื้อที่ 5-10 ไร่ จะช่วยแก้ปัญหาการผลิตที่ไม่เพียงพอต่อการรื้อแปลงกล้วยไม้เพื่อปลูกใหม่ของเกษตรกร และจะทำการศึกษาและพัฒนาส่วนผสมของวัสดุปลูกกล้วยไม้ โดยหาตัวประสานใหม่เพื่อลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ ช่วยลดน้ำหนักวัสดุปลูก และลดต้นทุนการผลิต

วิธีดำเนินการ

1) ทดสอบส่วนผสมของวัตถุดิบ 2 ชนิด (กระถินสับย่อย, ทางปาล์มน้ำมันสับย่อย) กับตัวประสานใหม่ 3 อัตราส่วนผสม โดยเพิ่มการใช้เถ้าลอยเพื่อลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ในการเป็นตัวประสาน ทำการทดลองทั้งหมด 6 กรรมวิธีดังนี้

1.1) กระถินสับย่อย 1 กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 2.00 กิโลกรัม (80%) เถ้าลอย 0.50 กิโลกรัม (20%)

1.2) กระถินสับย่อย 1 กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 1.75 กิโลกรัม (70%) เถ้าลอย 0.75 กิโลกรัม (30%)

1.3) กระถินสับย่อย 1 กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 1.50 กิโลกรัม (60%) เถ้าลอย 1.00 กิโลกรัม (40%)

1.4) ทางปาล์มน้ำมันสับย่อย 1 กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 2.00 กิโลกรัม (80%) เถ้าลอย 0.50 กิโลกรัม (20%)

1.5) ทางปาล์มน้ำมันสับย่อย 1 กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 1.75 กิโลกรัม (70%) เถ้าลอย 0.75 กิโลกรัม (30%)

1.6) ทางปาล์มน้ำมันสับย่อย 1 กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 1.50 กิโลกรัม (60%) เถ้าลอย 1.00 กิโลกรัม (40%)

(ตัวประสานปูนซีเมนต์ 2.5 กิโลกรัม คือ 100%)

โดยในการทดสอบนี้จะใช้อัตราส่วนผสมของวัสดุปลูกกล้วยไม้เดิมคือ กระถินสับย่อย 1 กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 2.5 กิโลกรัม และทางปาล์มน้ำมันสับย่อย 1 กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 2.5 กิโลกรัม เป็นตัวเปรียบเทียบในการทดสอบปลูกกล้วยไม้ (control)

2) ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบในการผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ โดยให้เครื่องสามารถผลิตได้มากกว่าเครื่องต้นแบบเดิม

3) ทดสอบเบื้องต้นและแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือต้นแบบ ให้มีความสามารถในผลิตวัสดุปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) ทดสอบเก็บข้อมูลเครื่องมือต้นแบบในการผลิตวัสดุปลูกสำหรับกล้วยไม้ ได้แก่ ความสามารถในการผลิต การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น

กรมวิชาการเกษตร

5) ทดสอบคุณสมบัติต่างๆของวัสดุปลูกที่ผลิตได้แก่ ความหนาแน่น การอุ้มน้ำของวัสดุปลูก เป็นต้น

6) เก็บข้อมูลอายุการใช้งานของวัสดุปลูกผลิตขึ้น และบันทึกการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ วางแผนการทดลองแบบ (Randomized Complete Block Design: RCBD) จำนวน 7 กรรมวิธี (อัตราส่วนผสม ข้อ 1.1-1.6 โดยปลูกเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกกล้วยไม้เดิม) กรรมวิธีละ 10 ซ้ำ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

7) วิเคราะห์ผลการทดสอบและวิเคราะห์ต้นทุนเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมสาหรับการผลิตวัสดุปลูกด้วยเครื่องมือต้นแบบ

8) สรุปรายงานผลการศึกษา จัดทารายงานผลการดำเนินงาน และเผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมาย

ผลการวิจัย

ได้ทำการออกแบบเครื่องต้นแบบผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ชีวภาพ โดยเครื่องต้นแบบมีโต๊ะอัดก้อนมีขนาด 0.4x1x1 เมตร (กว้างxยาว xสูง) จำนวน 2 ชุด โต๊ะอัดก้อนมีช่องอัดวัสดุปลูกกล้วยไม้ 2 ช่อง ขนาด 22x36x20 เซนติเมตร มีเพลาขนาด 40 เซนติเมตร 4 จุด เพื่อให้ก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้มีรูสำหรับปลูกกล้วยไม้ 4 ต้น/ก้อนใช้กระบอกไฮดรอลิคขนาดเส้นผ่าศูนย์ 80 เซนติเมตร ช่วงชัก 30 เซนติเมตร จำนวน 2 กระบอก เพื่อสร้างแรงอัดก้อน แรงดันที่ใช้ในการอัด 10 เมกะปาสคาล

ระบบไฮดรอลิค ใช้ต้นกำลังขับระบบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 3แรงม้า มีวาล์วควบคุมทิศทางการไหล (Control valve) ของน้ำมันไฮดรอลิค วาล์วระบายแรงดัน (Pressure relief valve) ใช้ปรับตั้งค่าแรงดันที่ใช้งานคือ 10 เมกะปาสคาล วาล์วควบคุมการไหล (Flow control valve) ใช้ปรับอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิค

ระบบควบคุม ใช้ Programmable Logic Controller (PLC) ควบคุมการทำงานของเครื่องต้นแบบ เป็นตัวควบคุมสั่งเปิด ปิดวาล์ว โดยใช้สัญญาณจากปุ่มควบคุม และ เซนเซอร์ : proximity sensor ชุดวาล์วไฟฟ้ามีวาล์วระบายแรงดัน : Relief valve เพื่อตั้งค่าแรงดันไฮโดรลิคไม่ให้เกินค่าที่ต้องการใช้งานคือ 10 เมกะปาสคาล การใช้ PLC ควบคุมการทำงานของเครื่องมือผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ เพื่อความสะดวกในการทำงานให้สามารถเริ่มต้นทำงานโดยการกดปุ่ม Start Auto ครั้งเดียวเครื่องจะทำการอัดวัสดุปลูกกล้วยไม้จนเสร็จพร้อมนำไปตากให้แห้ง

ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ควบคุมด้วย PLC : Programmable Logic Controller มีขั้นตอนดังนี้

1 ใส่วัสดุปลูกที่ผสมแล้วลงในช่องอัด

กรมวิชาการเกษตร

2 ปิดฝาบน ใส่สลักล็อกฝาบน เซนเซอร์ที่ใส่สลักจะส่งสัญญาณไปที่ PLC ทำให้เครื่องสามารถพร้อมอัดได้ ถ้าหากลืมใส่สลักล็อกเซนเซอร์จะไม่ส่งสัญญาณไปที่ PLC จะไม่สามารถทำการอัดได้ เพื่อความปลอดภัยขณะทำงานหากลืมใส่สลักล็อกฝาบน

3 กดปุ่ม Start Auto ที่ตู้ควบคุม ระบบไฮโดรลิคจะทำการอัดก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้อัตโนมัติ โดยอัดจนแรงดันกระบอกไฮโดรลิคขึ้นไปที่ 10 เมกะปาสคาล แล้วจะเลื่อนกระบอกไฮโดรลิคลงเป็นเวลา 2 วินาที จากนั้นจะอัดอีกครั้งที่แรงดัน 10 เมกะปาสคาล แล้วกระบอกไฮโดรลิคจะเลื่อนลงเล็กน้อยเพื่อคายชิ้นงาน

4 ถอดสลักและเปิดฝาบนออกเซนเซอร์ที่เลื่อนขึ้นฝาบนจะส่งสัญญาณไปที่ PLC ทำให้กระบอกไฮโดรลิคเลื่อนขึ้นจนสุดเพื่อคายชิ้นงานออกด้านบนของตัวเครื่อง

5 นำก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ออกจากเครื่องเพื่อนำไปตากให้แห้ง

6 โยกฝาบนออกจากเซนเซอร์ฝาบนเล็กน้อยสัญญาณจะส่งไปที่ PLC ทำให้กระบอกไฮโดรลิคเลื่อนลงพื่อทำการอัดวัสดุปลูกครั้งต่อไป

ในส่วนของตัวประสานใหม่เพื่อลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ ช่วยลดต้นทุนการผลิตคือ เถ้าลอย (Fly ash) เป็นเถ้าถ่านหินชนิดหนึ่งซึ่งเป็นวัตถุพลอยได้ (by-product) ที่เกิดจากกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้(combustion process) โดยในกระบวนการนี้พบเถ้าลอยในปริมาณที่สูงถึงร้อยละ 90โดยน้ำหนักของปริมาณเถ้าถ่านหินทั้งหมดเนื่องจากองค์ประกอบหลักทางเคมีของเถ้าลอยคือซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) อะลูมินัมออกไซด์ (Al_2O_3) และเฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3)จึงนิยมนำกลับมาใช้ใหม่โดยใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตปูนซีเมนต์หรือวัสดุก่อสร้าง

ได้ทำการทดสอบเครื่องผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้เบื้องต้น โดยใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบ 2 ชนิด (กระถินสับย่อย, ทางปาล์มน้ำมันสับย่อย) กับตัวประสานใหม่ 3 อัตราส่วนผสม โดยเพิ่มการใช้เถ้าลอยเพื่อลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ในการเป็นตัวประสาน ดังนี้

1.1) กระถินสับย่อย 1 กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 2.00 กิโลกรัม (80%) เถ้าลอย 0.50 กิโลกรัม (20%)

1.2) กระถินสับย่อย 1 กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 1.75 กิโลกรัม (70%) เถ้าลอย 0.75 กิโลกรัม (30%)

1.3) กระถินสับย่อย 1 กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 1.50 กิโลกรัม (60%) เถ้าลอย 1.00 กิโลกรัม (40%)

1.4) ทางปาล์มน้ำมันสับย่อย 1กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 2.00กิโลกรัม(80%) เถ้าลอย 0.50กิโลกรัม (20%)

1.5) ทางปาล์มน้ำมันสับย่อย 1กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 1.75กิโลกรัม(70%) เถ้าลอย 0.75กิโลกรัม (30%)

1.6) ทางปาล์มน้ำมันสับย่อย 1กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 1.50กิโลกรัม(60%) เถ้าลอย 1.00กิโลกรัม (40%)

ได้ทำการทดสอบเครื่องผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ในการผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ที่สวนกล้วยไม้ของผู้ประกอบการ ณ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา เพื่อนำวัสดุปลูกกล้วยไม้ที่ผลิตไปปลูกกล้วยไม้ที่สวนกล้วยไม้ของผู้ประกอบการ เพื่อเก็บข้อมูลอายุการใช้งานของวัสดุปลูกผลิตขึ้น และบันทึกการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ วางแผนการทดลองแบบ (Randomized Complete Block Design: RCBD) จำนวน 8 กรรมวิธี โดยมี 1. กระถิน+

กรมวิชาการเกษตร

ปูนซีเมนต์ 2. ทางปาล์มน้ำมัน+ปูนซีเมนต์ เป็นตัวเปรียบเทียบ เครื่องผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ชีวภาพมีความสามารถในการผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ประมาณ 100 ก้อน/ชั่วโมง เครื่องต้นแบบใช้กำลังไฟฟ้ารวม 1.92 กิโลวัตต์

ผลการทดสอบเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของกล้วยไม้

นำก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ไปวางทดลองปลูกที่สวนกล้วยไม้ของเกษตรกร เพื่อเก็บข้อมูลอายุการใช้งานของวัสดุปลูกที่ผลิตขึ้น และบันทึกการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ โดยก้อนวัสดุปลูกอัตราส่วนผสมที่ต่างกัน 6 ชนิด ที่ใช้เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ (20%, 30%, 40%) ปลูกเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกที่ใช้ปูนซีเมนต์ล้วน

จากข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกล้วยไม้ในวัสดุปลูกทั้ง 8 ชนิดในตารางที่ 2 พบว่าวัสดุ 1)ปลูกกระถิน+ปูนซีเมนต์ 2)ทางปาล์มน้ำมัน+ปูนซีเมนต์ 3)กระถิน+(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 20%) 4)กระถิน+(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 30%) 5)กระถิน+(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 40%) 6)ทางปาล์ม(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 20%) 7)ทางปาล์ม(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 20%) 8)ทางปาล์ม(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 20%) ให้ผลการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกันเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน(Analysis of variance)และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เครื่องผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้มีขนาด(กว้างxยาวxสูง) 0.5x2x1 เมตร ใช้ระบบไฮดรอลิคควบคุมการทำงานด้วยวาล์วไฟฟ้าแบบกึ่งอัตโนมัติ อัดวัสดุปลูกที่แรงดัน 10 เมกะปาสคาล ความสามารถของเครื่องในการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ได้ 100 ก้อน/ชั่วโมง วัสดุปลูกกล้วยไม้ที่อัดแล้วมีขนาด (กว้างxยาวxสูง) 22x36x8 เซนติเมตร ก้อนวัสดุปลูก 1 ก้อน สามารถปลูกกล้วยไม้ได้ 4 ต้น เครื่องมือผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้สามารถใช้ผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ที่มีความแข็งแรงและคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วยไม้ อายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 3 ปีวัสดุเกษตรที่ใช้คือ ต้นกระถินสับย่อ และทางปาล์มน้ำมันสับย่อย ส่วนผสมเถ้าลอยที่นำมาใช้ผสมเพื่อลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ ลดต้นทุนการผลิต สามารถใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ได้ 40% โดยมีคุณสมบัติทางกายภาพ ผลการตอบสนองทางการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ไม่แตกต่างจากการใช้ปูนซีเมนต์เป็นตัวประสานเพียงอย่างเดียว ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้มีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ 8 บาท/ก้อน เครื่องมือผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้มีจุดคุ้มทุนเมื่อทำการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ 213,333 ก้อน/ปี ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1 ปี ที่ราคาขายก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ 9 บาท/ก้อน

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 2

ชื่อโครงการวิจัย ออกแบบและพัฒนาชุดระบบตรวจสอบแมลงศัตรูสำคัญในกล้วยไม้เพื่อควบคุมการให้สารเคมีตามระบบ IPM

Design and Development of a Remote Control System for Orchid Pests and Precision Application of Chemicals in an IPM System

ผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย นายตฤณสิษฐ์ ไกรสินบุรศักดิ์ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

บทคัดย่อ

เพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ เป็นแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ที่สำคัญและมีการระบาดตลอดทั้งปี โครงการวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย และระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวาย ทำการทดสอบระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้กับกล้วยไม้สกุลหวายในระยะให้ผลผลิตจำนวน 30 ก้อน ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ อ.เมือง จ.นครปฐม เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนจำนวน 1 คนที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ พบว่า เครื่องมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 81.1% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 88.1% ใช้เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 25.10 วินาทีต่อก้อน ส่วนแรงงานคนมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 75.8% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 83.3% ใช้เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 53.37 วินาทีต่อก้อน ส่วนระบบควบคุมการพ่นสารเคมี ทำการทดสอบกับกล้วยไม้สกุลหวายบนพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 1,240 ตร.ม. ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ อ.เมือง จ.นครปฐม เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการฉีดพ่นสารเคมีจำนวน 4 คน พบว่า เครื่องมีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีเฉลี่ย 92.12% ปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 120.66 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 69.12 นาที ขณะที่แรงงานคนมีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีเฉลี่ย 88.10% ปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 168.70 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 74.25 นาที โดยระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติมีราคา 183,800 บาท ค่าจ้างแรงงานคนในการพ่นสารเคมีจำนวน 4 คน 200 บาท/ไร่ ทำงาน 8 ชม./วัน ดังนั้นจากผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติมีจุดคุ้มทุนที่ 307.61 ไร่

คำสำคัญ: ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ ระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ กล้วยไม้สกุลหวาย

กรมวิชาการเกษตร

ABSTRACT

Thrips and Orchid midge were major insect pests of Dendrobium orchid crops which could disperse every year. The prototype had two major parts. Part I was a mechanism of detection for thrips and orchid midge. Part II was a mechanism of spraying the chemical. Part I was tested with orchid in an orchid greenhouse 30 clumps Dendrobium Mueang district, Nakhon Pathom province as compared to a human labor. The experimental results showed that the efficacy of detection for thrips was 81.1%, the efficacy of detection for orchid midge was 88.1% and the average time of detection was 25.10 second/clump which were detected by the prototype, the efficacy of detection for thrips was 75.8%, the efficacy of detection for orchid midge was 83.3% and the average time of detection was 53.37 second/clump which were detected by a human labor. Part II was tested with Dendrobium orchid in an orchid greenhouse 1,240 square meter Mueang district, Nakhon Pathom province as compared to human labors. The experimental results showed that the decision for spraying was 92.12%, the quantity of chemical was 120.66 liter/rai and the time of spraying was 69.12 minutes which were sprayed by the prototype, the decision for spraying was 88.10%, the quantity of chemical was 168.70 liter/rai and the time of spraying was 74.25 minutes which were sprayed by the human labors. The cost of a Spraying Chemical Automatic Control System was 183,800 baht at hiring cost of 200 baht per rai for Spraying Chemical Automatic Control System operated at 8 hours per day for working, the Break Even point was 307.61 rais.

Keywords: A Detecting System for Thrips and Orchid Midge, A Spraying Chemical Automatic Control System, Dendrobium orchid

การทดลองที่ 1 ออกแบบ และพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย

หัวหน้าการทดลองที่ 1 นายตฤณสิษฐ์ ไกรสินบุรศักดิ์ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

บทคัดย่อ

เพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ เป็นแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ที่สำคัญและมีการระบาดตลอดทั้งปี เนื่องจากเพลี้ยไฟมีขนาดเล็กเกษตรกรส่วนใหญ่จะตรวจพบเพลี้ยไฟในสถานการณ์ที่เริ่มมีการระบาดแล้ว ส่วนบั่วกล้วยไม้จะตรวจการระบาดได้จากอาการฉ่ำน้ำและบิดเบี้ยวที่พบบนดอกตูมซึ่งยากต่อการสังเกต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันในการวิเคราะห์ และจำแนกภาพ เพื่อลดความผิดพลาดจากการตรวจสอบโดยแรงงานคน ทำการทดสอบกับกล้วยไม้สกุลหวายในระยะให้ผลผลิตจำนวน 30 ก้อน เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนจำนวน 1 คนที่มีความ

กรมวิชาการเกษตร

ชำนาญในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ พบว่า เครื่องมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 81.1% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 88.1% ใช้เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 25.10 วินาทีต่อก้อน ส่วนแรงงานคนมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 75.8% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 83.3% ใช้เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 53.37 วินาทีต่อก้อน โดยช่วงแรกของการตรวจแรงงานคนมีความผิดพลาดน้อยกว่า แต่ความอ่อนล้าส่งผลให้ความผิดพลาดเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: เพลี้ยไฟ บั่วกล้วยไม้ กล้วยไม้สกุลหวาย โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

ABSTRACT

Thrips and Orchid midge were major insect pests of Dendrobium orchid crops which could disperse every year. Farmers found the thrips after an outbreak because they had a small size. Orchid midge could detect an outbreak by considering from the vitrification and distortion on the orchid flower buds that they difficult observed. The objective of this research was to design the mechanism of detection for thrips and orchid midge which could reduce an error of the human labors. A Convolutional Neural Network (CNN) had been used for images classifications. It was tested with Dendrobium orchid as compared to a human labor. The number of growing media was 30 clumps. The experimental results showed that the efficacy of detection for thrips was 81.1%, the efficacy of detection for orchid midge was 88.1% and the average time of detection was 25.10 second/clump which were detected by the prototype, the efficacy of detection for thrips was 75.8%, the efficacy of detection for orchid midge was 83.3% and the average time of detection was 53.37 second/clump which were detected by a human labor. When a human labor first detected orchid he worked it better than prototype but later on, he worked it worse than prototype because he was fatigued.

Keywords: Thrips, Orchid midge, Dendrobium orchid, Convolutional Neural Network

คำนำ

ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้คือปัญหาด้านแมลงศัตรูพืช สำหรับแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ที่สำคัญได้แก่ เพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ ซึ่งมีการระบาดตลอดทั้งปี (สุภราดาและคณะ, 2554) เพื่อให้มีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างมีเหตุผล และไม่ให้มีการใช้เกินความจำเป็นจึงมีการนำระบบบริหารศัตรูพืช (Integrated Pest Management : IPM) มาใช้ประเมินสถานการณ์ศัตรูพืชเพื่อตัดสินใจในการพ่นสารเคมีโดยพ่นทั่วทั้งโรงเรือนหลังจากการประเมินสถานการณ์ศัตรูพืชซึ่งมีค่าเกินกว่าระดับการตัดสินใจที่กำหนด ระบบนี้จะทำการสุ่มช่อดอกกล้วยไม้จำนวน 40 ช่อดอก/ไร่ ในกรณีของเพลี้ยไฟจะประเมินสถานการณ์การระบาดจากการตรวจ

กรมวิชาการเกษตร

นับตัวอ่อนและตัวเต็มวัย หรือประเมินแบบตรวจพบ (มี-ไม่มี) ที่บริเวณดอกบานของกล้วยไม้ ส่วนบั่วกล้วยไม้จะใช้การประเมินจากการดูการทำลายของดอกตูม โดย 40 ช่อดอกที่ได้จากการสุ่มถ้าพบตั้งแต่ 4 ดอกขึ้นไปจะประเมินให้ทำการพ่นสารเคมีทั่วทั้งโรงเรือน (ศรีจำนรรจ์ และคณะ, 2559) การตรวจหาศัตรูกล้วยไม้โดยการประเมินศัตรูพืชแบบตรวจพบและตรวจนับ ในกรณีของเพลี้ยไฟซึ่งมีขนาดเล็กระยะแรกของการทำลายจะดูค่อนข้างยาก ทำให้การประเมินสถานการณ์ศัตรูพืชในแปลงกล้วยไม้เป็นเรื่องยากต่อการปฏิบัติของเกษตรกร โดยเกษตรกรส่วนใหญ่จะตรวจพบเพลี้ยไฟในระยะตัวเต็มวัยซึ่งเริ่มมีการระบาดแล้ว ส่วนบั่วกล้วยไม้จะตรวจพบการระบาดได้จากอาการที่พบบนดอกตูม โดยเกษตรกรสามารถประเมินการระบาดได้เมื่อพบอาการฉ่ำน้ำและบิดเบี้ยวในดอกตูมซึ่งแสดงว่ามีการเข้าทำลายในแปลงมากแล้ว แม้แต่ในกรณีของนักวิชาการเกษตรด้านกีฏวิทยาซึ่งมีความชำนาญในการตรวจนับและประเมินสถานการณ์ยังต้องใช้วิธีและเครื่องมือในการตรวจที่ซับซ้อน การตรวจอาจมีความผิดพลาดเนื่องจากอาการอ่อนล้า รวมถึงความสม่ำเสมอในการตรวจสอบขึ้นอยู่กับลักษณะของแต่ละบุคคล งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันสำหรับจำแนกภาพถ่ายเพลี้ยไฟและอาการทำลายจากบั่วกล้วยไม้มาพัฒนาเป็นระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความผิดพลาดจากการตรวจสอบโดยใช้แรงงานคน ได้แก่ ความสม่ำเสมอในการตรวจสอบและเวลาในการตรวจสอบ ซึ่งช่วยให้ผู้เพาะปลูกกล้วยไม้สกุลหวายสามารถป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงลดต้นทุนการใช้สารเคมี ส่งผลให้ดอกกล้วยไม้สกุลหวายมีคุณภาพดีและเพิ่มราคาผลผลิต

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ประกอบเป็นโครงสร้างและลักษณะจำเพาะของเครื่องต้นแบบ ดังนี้

1. ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ที่ออกแบบและสร้างแสดงในภาพที่ 1 ประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ส่วน คือโครงสำหรับการเคลื่อนที่ของแขนกล แขนกล และกล้องดิจิทัลสำหรับใช้ในการตรวจสอบ โดยแขนกลสามารถเคลื่อนที่บนโครงผ่านล้อขับซึ่งทำจากพลาสติกแข็ง ส่วนโครงทำจากอลูมิเนียมพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 50 x 100 มม. ความยาว 2,000 มม. จำนวน 4 ท่อน ความยาว 1,000 มม. จำนวน 4 ท่อน และอลูมิเนียมพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 60 x 60 มม. สูง 1,000 มม. จำนวน 4 ท่อน ประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แต่ละส่วนถูกยึดด้วยบานพับสามารถถอดประกอบได้

2. แขนกลประกอบด้วยโลหะทำจากแผ่นอลูมิเนียมและเชื่อมต่อเข้ากับมอเตอร์ทั้ง 4 ตัว มอเตอร์ที่ใช้เป็นเซอร์โวมอเตอร์ ส่วนปลายแขนกลติดตั้งโมดุลของกล้องดิจิทัล Sony A6000 ที่มีเลนส์ระยะ 18 -105 มม. การเคลื่อนที่ของแขนกลจะอยู่ภายใต้พื้นที่ 2 ตร.ม. ครอบคลุมพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 60 ก้อน มอเตอร์และกระปุกเกียร์ที่

กรมวิชาการเกษตร

ใช้ในแขนกลมี 2 ขนาด โดยมอเตอร์ตัวที่ 1 2 และ 3 มีขนาดแรงบิด 5.8 นิวตัน-เมตร อัตราทดเกียร์ 1:20 ส่วนมอเตอร์ตัวที่ 4 มีขนาดแรงบิด 2.2 นิวตัน-เมตร อัตราทดเกียร์ 1:25 มอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 ใช้หมุนขับล้อขับผ่านเฟืองทดขนาด 1:1.5 ให้เคลื่อนที่ตามแกน Z_1 และ Z_2 ส่วนมอเตอร์ตัวที่ 3 ใช้หมุนขับสกรูโดยตรงให้เคลื่อนที่ตามแกน Z_3 และมอเตอร์ตัวที่ 4 ใช้หมุนขับข้อต่อให้หมุนตามแกน Z_4 โดยมอเตอร์ตัวที่ 1 2 และ 3 มีขนาดใหญ่กว่าและมีกำลังมากกว่าเพราะเป็นมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนแขนกลตามแนวแกนซึ่งมีน้ำหนักมากกว่า

วิธีการ

1. ทดสอบความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้เปรียบเทียบกับแรงงานคน กระทำโดยคัดเลือกกล้วยไม้สกุลหวายในระยะให้ผลผลิตจำนวน 30 ก้อน (วัสดุปลูกกล้วยไม้เรียกเป็นก้อน) โดยก่อนการทดสอบผู้ทดสอบจะเลือกสุ่มกล้วยไม้บางก้อนแล้วใส่เพลี้ยไฟลงไปในช่อดอกกล้วยไม้ และเลือกกล้วยไม้ที่มีอาการทำลายจากบั่วกล้วยไม้ รวมถึงกล้วยไม้ที่สมบูรณ์ไม่มีแมลงศัตรูพืชมาใช้ทดสอบ ซึ่งผู้ทดสอบจะทราบข้อมูลก่อนการทดสอบว่ากล้วยไม้ก้อนใดมีเพลี้ยไฟจำนวนกี่ตัว ตำแหน่งการทำลายจากบั่วกล้วยไม้กี่ตำแหน่ง และกล้วยไม้ก้อนใดมีความสมบูณ์ เพื่อใช้เปรียบเทียบผลการตรวจสอบและค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น กล้วยไม้แต่ละก้อนวางเรียงต่อกันในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวาย โดยจัดแบ่งเป็น 2 ชุด สำหรับการตรวจสอบโดยใช้เครื่อง และแรงงานคน

2. การตรวจสอบโดยใช้เครื่อง ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้จะทำการตรวจสอบกล้วยไม้ที่ได้เตรียมไว้ในข้อ 1) เมื่อกล้องตรวจสอบอยู่ในตำแหน่งด้านหน้าของดอกกล้วยไม้ หลังจากนั้นจดบันทึกข้อมูลจากการตรวจสอบของเครื่อง ได้แก่ จำนวนเพลี้ยไฟ จำนวนตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ค่าความผิดพลาดจากการตรวจสอบ และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ

3. การตรวจสอบโดยใช้แรงงานคน จะใช้แรงงานคนจำนวน 1 คน ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ทำการตรวจสอบกล้วยไม้ที่ได้เตรียมไว้ในข้อ 1) หลังจากนั้นจดบันทึกข้อมูลจากการตรวจสอบของแรงงานคน ได้แก่ จำนวนเพลี้ยไฟ จำนวนตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ค่าความผิดพลาดจากการตรวจสอบ และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้โดยทำการตรวจสอบกล้วยไม้ทั้งหมด 30 ก้อนในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ระบบเปิดสภาวะแวดล้อมปลูกจริงเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการตรวจสอบแสดงในตารางที่ 1 พบว่า เพลี้ยไฟจำนวน 132 ตัว เครื่องตรวจพบ 107 ตัว ตรวจไม่พบ 25 ตัว คิดเป็นความผิดพลาด 18.9% แรงงานคนตรวจพบ 100 ตัว ตรวจไม่พบ 32 ตัว คิดเป็นความผิดพลาด 24.2% ส่วนตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้จำนวน 42 ตำแหน่ง เครื่องตรวจพบ 37 ตำแหน่ง ตรวจไม่พบ 5 ตำแหน่ง คิดเป็นความผิดพลาด 11.9% แรงงานคนตรวจพบ 35 ตำแหน่ง ตรวจไม่พบ 7 ตำแหน่ง คิดเป็นความผิดพลาด 16.7% โดยเครื่องใช้เวลาในการตรวจสอบทั้งหมด 753 วินาที หรือ 12.6 นาที เฉลี่ย 25.10 วินาทีต่อก้อน และแรงงานคนใช้เวลาในการ

กรมวิชาการเกษตร

ตรวจสอบทั้งหมด 1,601 วินาที หรือ 26.7 นาที เฉลี่ย 53.37 วินาทีต่อก้อน เครื่องใช้เวลาในการตรวจสอบกล้วยไม้ก้อนที่ 9 นานที่สุด 29 วินาที มีค่าความผิดพลาดในการตรวจเพลี้ยไฟสูงสุด 2 ตัว และตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้สูงสุด 1 ตำแหน่ง ส่วนกล้วยไม้ก้อนที่ 4 และ 15 ใช้เวลาในการตรวจสอบเร็วที่สุด 20 วินาที และเป็นกล้วยไม้ที่สมบูรณ์ไม่มีเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ เช่นเดียวกับแรงงานคนที่ใช้เวลาในการตรวจสอบกล้วยไม้ก้อนที่ 9 นานที่สุด 76 วินาที มีค่าความผิดพลาดในการตรวจเพลี้ยไฟสูงสุด 1 ตัว ไม่มีความผิดพลาดจากการตรวจตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ส่วนกล้วยไม้ก้อนที่ 4 แรงงานคนใช้เวลาในการตรวจสอบเร็วที่สุด 41 วินาที และเป็นกล้วยไม้ที่สมบูรณ์ไม่มีเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ โดยกล้วยไม้ก้อนที่ 9 เป็นกล้วยไม้ที่มีลักษณะพันกัน กลีบดอกซ้อนกัน ส่วนกล้วยไม้ก้อนที่ 4 และ 15 เป็นกล้วยไม้ที่มีช่อดอกตั้งตรง กลีบดอกไม่ซ้อนกัน

เมื่อพิจารณาจากค่าความผิดพลาด เวลาในการตรวจสอบ และความสม่ำเสมอในการตรวจสอบ พบว่าในช่วงแรกของการตรวจแรงงานคนมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่า สาเหตุเกิดจากแรงงานคนสามารถตรวจเพลี้ยไฟที่หลบอยู่ตามซอกเหลือบของกลีบดอกโดยใช้มือ แต่เครื่องไม่มีระบบกลไกในการแหวกกลีบดอก ส่วนตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้เครื่องสามารถตรวจสอบโดยมีค่าความผิดพลาดเท่ากับแรงงานคน แต่ไม่พบบางตำแหน่งในกล้วยไม้ก้อนที่ 9 และ 18 เนื่องจากรูปร่างของดอกตูมที่เกิดจากการทำลายของบั่วกล้วยไม้มีการบิดเบี้ยวน้อยมาก แต่เครื่องสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้จากการฝึกสอนให้กับแบบจำลองซึ่งจะทำให้การตรวจมีความแม่นยำมากขึ้น การตรวจเพลี้ยไฟโดยแรงงานคนเริ่มมีค่าความผิดพลาดมากกว่าการตรวจโดยเครื่องเมื่อตรวจกล้วยไม้ตั้งแต่ก้อนที่ 22 ขึ้นไป เช่นเดียวกับการตรวจตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ที่มีค่าความผิดพลาดมากกว่าการตรวจโดยเครื่องตั้งแต่กล้วยไม้ก้อนที่ 25 ขึ้นไป ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าความผิดพลาดจากการตรวจโดยแรงงานคนเพิ่มขึ้นเนื่องจากอาการอ่อนล้า แตกต่างจากเครื่องซึ่งความสม่ำเสมอในการตรวจสอบ และใช้เวลาในการตรวจสอบรวดเร็วกว่า เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การตรวจกล้วยไม้จำนวน 30 ก้อนความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้โดยเครื่องและแรงงานคนไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่จะแตกต่างกันเมื่อตรวจกล้วยไม้จำนวนมากขึ้น โดยระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายสามารถตรวจสอบครอบคลุมพื้นที่ปลูกกล้วยไม้จำนวน 60 ก้อนในโรงเรือน มีค่าใช้จ่ายในการสร้างทั้งหมด 125,500 บาท

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เมื่อนำระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้มาตรวจสอบกล้วยไม้จำนวน 30 ก้อนในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนจำนวน 1 คน พบว่า เครื่องมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 81.1% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 88.1% เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 25.10 วินาทีต่อก้อน ส่วนแรงงานคนมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 75.8% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 83.3%

กรมวิชาการเกษตร

เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 53.37 วินาทีต่อก้อน โดยช่วงแรกของการตรวจแรงงานคนมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่าแต่ความอ่อนล้าส่งผลให้ค่าความผิดพลาดเพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 2 พัฒนาระบบควบคุมการพ่นสารเคมีร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายแบบอัตโนมัติ

หัวหน้าการทดลองที่ 2 นายตฤณสิษฐ์ ไกรสินบุรศักดิ์ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

บทคัดย่อ

เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายมีลักษณะเป็นแขนกลเคลื่อนที่บนรางเหนือแนวแปลงปลูก โดยปลายแขนกลติดตั้งแขนบูมฉีดพ่นสารเคมี ประกอบด้วยหัวฉีดพ่นแบบ cold fogger จำนวน 4 หัว ใช้ตัวควบคุม SPWM (Servo Pulse Width Modulation) ในการขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ผ่านระบบเฟืองทดของหัวฉีด ทำให้อัตราการฉีดพ่นโดยเฉลี่ยของหัวฉีดมีค่าเท่ากัน ทำการทดสอบกับกล้วยไม้สกุลหวายบนพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 1,240 ตร.ม. ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ อ.เมือง จ.นครปฐม เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการฉีดพ่นสารเคมีจำนวน 4 คน พบว่า เครื่องมีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีเฉลี่ย 92.12% ปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 120.66 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 69.12 นาที ขณะที่แรงงานคนมีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีเฉลี่ย 88.10% ปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 168.70 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 74.25 นาที โดยระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติมีราคา 183,800 บาท ค่าจ้างแรงงานคนในการพ่นสารเคมีจำนวน 4 คน 200 บาท/ไร่ ทำงาน 8 ชม./วัน ดังนั้นจากผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติมีจุดคุ้มทุนที่ 307.61 ไร่

คำสำคัญ: ระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ ตัวควบคุม SPWM กล้วยไม้สกุลหวาย

ABSTRACT

A Spraying Chemical Automatic Control System in an orchid greenhouse had a robot arm which could be moved for spraying thru a boom sprayer. It consisted the 4 nozzles of the cold fogger which was controlled by Servo Pulse Width Modulation (SPWM) controller. The SPWM controller will drive a servo motor which connected the nozzle thru gear box. The result of SPWM controller was an averang spraying value that they had an equal value of all nozzles. It was tested with Dendrobium orchid in an orchid greenhouse 1,240 square meter Mueang district, Nakhon Pathom province as compared to human labors. The experimental results showed that the decision for spraying was 92.12%, the quantity of chemical was 120.66 liter/rai and the time of spraying was 69.12 minutes which were sprayed by the prototype, the decision for spraying was

กรมวิชาการเกษตร

88.10%, the quantity of chemical was 168.70 liter/rai and the time of spraying was 74.25 minutes which were sprayed by the human labors. The cost of a Spraying Chemical Automatic Control System was 183,800 baht at hiring cost of 200 baht per rai for Spraying Chemical Automatic Control System operated at 8 hours per day for working, the Break Even point was 307.61 rais.

Keywords: A Spraying Chemical Automatic Control System, SPWM controller, Dendrobium orchid

คำนำ

เกษตรกรจะตรวจพบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในสถานการณ์ที่เริ่มมีการระบาดแล้ว สำหรับนักกีฏวิทยาจะตรวจพบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ได้ก่อนการระบาด แต่วิธีการ และเครื่องมือในการตรวจค่อนข้างซับซ้อนและอาจเกิดความผิดพลาดเนื่องจากอาการอ่อนล้า และความสม่ำเสมอในการตรวจสอบขึ้นอยู่กับลักษณะของแต่ละบุคคล เมื่ออบรมวิธีการตรวจให้กับเกษตรกร พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่สามารถนำวิธีการตรวจประเมินสถานการณ์ศัตรูพืชในแปลงได้ จึงละเลยการปฏิบัติขั้นตอนดังกล่าวทำให้เกษตรกรมีการตัดสินใจในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบเดิมๆไม่สามารถลดปริมาณการใช้สารป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ได้อย่างมีประสิทธิผลเท่าที่ควร งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความแม่นยำทางการเกษตร ร่วมกับระบบประเมินสถานการณ์ศัตรูพืชตามระบบการบริหารศัตรูพืช (IPM) โดยมุ่งเป้าหมายที่ความแม่นยำในการประเมินสถานการณ์การระบาดของเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย เพื่อตัดสินใจในการพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยการทดลองนี้ใช้ข้อมูลการตรวจพบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้จากเครื่องต้นแบบระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ที่พัฒนาขึ้นจากการทดลองที่ 1 มาประมวลผล และสร้างระบบพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้แบบอัตโนมัติตามหลัก IPM โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการใช้สารเคมี เวลาที่ใช้ในการพ่นสารเคมี และการตัดสินใจในการพ่นสารเคมีเมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน ระบบพ่นสารเคมีที่ออกแบบเป็นระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้ มีชุดควบคุมทำหน้าที่ควบคุมการฉีดพ่นสารเคมีด้วยระบบเฟืองทดหัวฉีดขับเคลื่อนด้วยเซอร์โวมอเตอร์โดยใช้ SPWM (Servo Pulse Width Modulation) ทำให้ได้อัตราการฉีดพ่นโดยเฉลี่ยเท่ากันทุกหัวฉีด (สุวัฒน์, 2550) แตกต่างจากการควบคุมแบบ On-Off ที่หัวฉีดผ่านโซลินอยด์วาล์วซึ่งใช้ในปัจจุบันโดยให้อัตราการฉีดพ่นของหัวฉีดแต่ละหัวไม่เท่ากัน ส่งผลให้ประสิทธิภาพของสารเคมีในการกำจัดศัตรูกล้วยไม้ลดลง

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ประกอบเป็นโครงสร้างและลักษณะจำเพาะของเครื่องต้นแบบดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

1. ระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้ที่ออกแบบและสร้างแสดงในภาพที่ 1 ประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ส่วน คือโครงสำหรับการเคลื่อนที่ของแขนกลพ่นสารเคมี แขนกลพ่นสารเคมี และระบบฉีดพ่นสารเคมี โดยแขนกลพ่นสารเคมีสามารถเคลื่อนที่บนโครงผ่านล้อขับซึ่งทำจากพลาสติกแข็ง ส่วนโครงทำจากอลูมิเนียมพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 20 x 20 มม. ความยาว 800 ม. จำนวน 2 ท่อน โครงเคลื่อนที่ยึดกับโครงหลังคาโรงเรือนด้วยอลูมิเนียมพื้นที่หน้าตัดวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. สูง 100 มม. จำนวน 14 ท่อน

2. แขนกลประกอบด้วยโลหะทำจากแผ่นอลูมิเนียมพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 50 x 100 มม. ความยาว 1,500 มม. จำนวน 1 ท่อน เชื่อมต่อเข้ากับแผ่นอลูมิเนียมพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 20 x 20 มม. ความยาว 500 มม. จำนวน 1 ท่อน ส่วนปลายแขนกลติดตั้งมอเตอร์ 1 ตัว มอเตอร์ที่ใช้เป็นเซอร์โวมอเตอร์สำหรับขับเคลื่อนล้อขับขนาดแรงบิด 30.5 นิวตัน-เมตร และมีเอ็นโค้ดเดอร์ตำแหน่งเชิงเส้น (Linear Position Encoder) 2 ตัว เป็นตัวบอกตำแหน่งสิ้นสุดการเคลื่อนที่ และตำแหน่งเริ่มการฉีดพ่น บริเวณหัวจับติดตั้งแขนบูมพ่นสารเคมีความยาว 600 มม. ประกอบด้วยหัวฉีดพ่นแบบ cold fogger จำนวน 4 หัว แต่ละหัวฉีดมีระยะห่างกัน 200 มม. โดยแขนกลสามารถเคลื่อนที่ฉีดพ่นสารเคมีคลอบคลุมพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ทั้งหมด 1,240 ตร.ม. หรือ 0.78 ไร่

3. ระบบฉีดพ่นประกอบด้วยถังใส่สารเคมีจำนวน 50 ลิตร ปั๊มพ์ไดอะแฟรม (อัตราการไหล 5-7 ล./นาที ความดันสูงสุด 0.70 เมกกะปาสคาล) วาล์วโซลินอยด์ติดตั้งพร้อมกับหัวฉีด แสดงในภาพที่ 3 และชุดควบคุมระบบฉีดพ่น โดยปั๊มพ์จะส่งน้ำยาสารเคมีผ่านวาล์วสามทางไปตามท่อจนถึงวาล์วโซลินอยด์และหัวฉีด ส่วนชุดควบคุมทำหน้าที่ควบคุมการฉีดพ่นผ่านระบบเฟืองทดหัวฉีดขับเคลื่อนด้วยเซอร์โวมอเตอร์ขนาดแรงบิด 0.85 นิวตัน-เมตร และควบคุมความดันของระบบผ่านวาล์วสามทาง

วิธีการ

วิธีการดำเนินการประกอบด้วย การทดสอบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายดังนี้

1. ทดสอบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้เปรียบเทียบกับแรงงานคน กระทำโดยสุ่มกล้วยไม้สกุลหวายในระยะให้ผลผลิตจำนวน 30 ก้อน (วัสดุปลูกกล้วยไม้เรียกเป็นก้อน) มีช่อดอกทั้งหมด 60 ช่อดอก จากพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 1,240 ตร.ม. ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ โดยก่อนการทดสอบผู้ทดสอบจะทำการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ทำให้ทราบข้อมูลก่อนการทดสอบว่ากล้วยไม้ช่อใดมีเพลี้ยไฟจำนวนกี่ตัว ช่อใดที่ถูกบั่วกล้วยไม้เข้าทำลาย และกล้วยไม้ช่อใดมีความสมบูณ์ เพื่อใช้เปรียบเทียบผลการตรวจสอบและค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น กล้วยไม้แต่ละก้อนที่ได้จากการสุ่มนำมาวางเรียงต่อกันในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายบริเวณพื้นที่สำหรับการตรวจสอบโดยจัดแบ่งเป็น 2 ชุด สำหรับการตรวจสอบโดยใช้เครื่อง และแรงงานคน

กรมวิชาการเกษตร

2. การตรวจสอบโดยใช้เครื่อง ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้จะทำการตรวจสอบกล้วยไม้ที่ได้เตรียมไว้ในข้อ 1) เมื่อกล้องตรวจสอบอยู่ในตำแหน่งด้านหน้าของดอกกล้วยไม้ หลังจากนั้นจดบันทึกข้อมูลจากการตรวจสอบของเครื่อง ได้แก่ จำนวนเพลี้ยไฟ จำนวนช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ค่าความผิดพลาดจากการตรวจสอบ และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ

3. เมื่อเครื่องต้นแบบทำการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้เสร็จจะทำการตัดสินใจในการพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัด โดยค่า SET POINT เป็นค่าที่ผู้ทดสอบป้อนเข้าไปในตัวเครื่อง กำหนดให้เพลี้ยไฟมีค่าไม่เกิน 12 ตัว ช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้มีค่าไม่เกิน 6 ช่อ ถ้าการตรวจพบเพลี้ยไฟ และช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่า SET POINT เครื่องต้นแบบจะทำการฉีดพ่นสารเคมี spinetoram ในการกำจัดเพลี้ยไฟ และ thiamethoxam ในการกำจัดบั่วกล้วยไม้บนพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 1,240 ตร.ม.

4. จดบันทึกข้อมูลจากการฉีดพ่นสารเคมีของเครื่อง ได้แก่ ความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมี ปริมาณสารเคมีที่ใช้ และเวลาที่ใช้ในการพ่นสารเคมี

5. การตรวจสอบโดยใช้แรงงานคน จะใช้แรงงานคนจำนวน 1 คน ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ทำการตรวจสอบกล้วยไม้ที่ได้เตรียมไว้ในข้อ 1) หลังจากนั้นจดบันทึกข้อมูลจากการตรวจสอบของแรงงานคน ได้แก่ จำนวนเพลี้ยไฟ จำนวนช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ค่าความผิดพลาดจากการตรวจสอบ และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ

6. เมื่อแรงงานคนทำการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้เสร็จจะทำการตัดสินใจในการฉีดพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัด โดยใช้แรงงานคนจำนวน 4 คน ทำการฉีดพ่นสารเคมี spinetoram ในการกำจัดเพลี้ยไฟ และ thiamethoxam ในการกำจัดบั่วกล้วยไม้บนพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 1,240 ตร.ม.

7. จดบันทึกข้อมูลจากการฉีดพ่นสารเคมีของแรงงานคน ได้แก่ ความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมี ปริมาณสารเคมีที่ใช้ และเวลาที่ใช้ในการพ่นสารเคมี

8. นำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 2. มาเปรียบเทียบกับขั้นตอนที่ 5. โดยใช้วิธีทดสอบทางสถิติ (T test)

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบกล้วยไม้ทั้งหมด 30 ก้อนในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการตรวจสอบ 1 คน แสดงในตารางที่ 1 พบว่า เพลี้ยไฟจำนวน 16 ตัว เครื่องตรวจพบ 14 ตัว ตรวจไม่พบ 2 ตัว คิดเป็นความผิดพลาด 12.5% แรงงานคนตรวจพบ 12 ตัว ตรวจไม่พบ 4 ตัว คิดเป็นความผิดพลาด 25% ส่วนช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้จำนวน 15 ช่อ เครื่องตรวจพบ 14 ช่อ ตรวจไม่พบ 1 ช่อ คิดเป็นความผิดพลาด 6.7% แรงงานคนตรวจพบ 12 ช่อ ตรวจไม่พบ 3 ช่อ คิดเป็นความผิดพลาด 20% โดยเครื่องใช้เวลาในการตรวจสอบทั้งหมด 738 วินาที หรือ 12.3 นาที เฉลี่ย 24.60 วินาทีต่อก้อน และแรงงานคนใช้เวลาในการตรวจสอบ

กรมวิชาการเกษตร

ทั้งหมด 1,481 วินาที หรือ 24.7 นาที เฉลี่ย 49.37 วินาทีต่อก้อน เครื่องใช้เวลาในการตรวจสอบกล้วยไม้ก้อนที่ 5 และ 19 นานที่สุด 29 วินาที ไม่มีความผิดพลาดในการตรวจเพลี้ยไฟ และช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ส่วนกล้วยไม้ก้อนที่ 4 ใช้เวลาในการตรวจสอบเร็วที่สุด 20 วินาที และเป็นกล้วยไม้ที่สมบูรณ์ไม่มีเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ เช่นเดียวกับแรงงานคนที่ใช้เวลาในการตรวจสอบกล้วยไม้ก้อนที่ 5 นานที่สุด 62 วินาที ไม่มีความผิดพลาดในการตรวจเพลี้ยไฟ และช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ส่วนกล้วยไม้ก้อนที่ 4 แรงงานคนใช้เวลาในการตรวจสอบเร็วที่สุด 39 วินาที และเป็นกล้วยไม้ที่สมบูรณ์ไม่มีเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ โดยกล้วยไม้ก้อนที่ 5 เป็นกล้วยไม้ที่มีลักษณะพันกัน กลีบดอกซ้อนกัน ส่วนกล้วยไม้ก้อนที่ 4 เป็นกล้วยไม้ที่มีช่อดอกตั้งตรง กลีบดอกไม่ซ้อนกัน เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การตรวจกล้วยไม้จำนวน 30 ก้อนความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟและช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้โดยเครื่องและแรงงานคนไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่จะแตกต่างกันเมื่อตรวจกล้วยไม้จำนวนมากขึ้น

ผลการทดสอบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ภายหลังจากการตรวจสอบกล้วยไม้จำนวน 30 ก้อน โดยการฉีดพ่นสารเคมี spinetoram และ thiamethoxam บนพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 1,240 ตร.ม. เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการฉีดพ่นสารเคมีจำนวน 4 คน แสดงในตารางที่ 2 พบว่า การฉีดพ่นสารเคมี thiamethoxam สำหรับกำจัดบั่วกล้วยไม้กระทำหลังจากการตรวจกล้วยไม้ก้อนที่ 16 โดยเครื่องทำการฉีดพ่นสารเคมีหลังจากการตรวจกล้วยไม้ก้อนที่ 17 คิดเป็นความผิดพลาด 6.25% ส่วนแรงงานคนไม่มีความผิดพลาด และการฉีดพ่นสารเคมี spinetoram สำหรับกำจัดเพลี้ยไฟกระทำหลังจากการตรวจกล้วยไม้ก้อนที่ 21 โดยเครื่องทำการฉีดพ่นสารเคมีหลังจากการตรวจกล้วยไม้ก้อนที่ 23 คิดเป็นความผิดพลาด 9.52% ส่วนแรงงานคนทำการฉีดพ่นสารเคมีหลังจากการตรวจกล้วยไม้ก้อนที่ 26 คิดเป็นความผิดพลาด 23.81% ปริมาณการใช้สารเคมี thiamethoxam และ spinetoram ของเครื่องโดยเฉลี่ย 120.67 ลิตร/ไร่ และ 120.65 ลิตร/ไร่ ตามลำดับ ส่วนปริมาณการใช้สารเคมี thiamethoxam และ spinetoram ของแรงงานคนโดยเฉลี่ย 172.61 ลิตร/ไร่ และ 164.78 ลิตร/ไร่ ตามลำดับ เครื่องใช้เวลาในการฉีดพ่นสารเคมี thiamethoxam และ spinetoram 69.12 นาที รวมกับเวลาจากการตรวจสอบ 9.37 นาที (ตารางที่ 1) ดังนั้นเครื่องใช้เวลาในการตรวจและฉีดพ่นสารเคมี 78.49 นาที ส่วนแรงงานคนใช้เวลาในการฉีดพ่นสารเคมี thiamethoxam และ spinetoram 74.25 นาที รวมกับเวลาจากการตรวจสอบ 21.22 นาที (ตารางที่ 1) ดังนั้นแรงงานคนทั้ง 4 คนใช้เวลาในการตรวจและฉีดพ่นสารเคมี 95.47 นาที

ระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติสามารถฉีดพ่นสารเคมี spinetoram และ thiamethoxam คลอบคลุมพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 1,240 ตร.ม. ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายมีราคา 183,800 บาท และค่าจ้างแรงงานคนในการพ่นสารเคมีจำนวน 4 คน 200 บาท/ไร่ ทำงาน 8 ชม./วัน ดังนั้นจากผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติมีจุดคุ้มทุนที่ 307.61 ไร่ แสดงในภาพที่ 3

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายมีลักษณะเป็นแขนกลเคลื่อนที่บนรางเหนือแนวแปลงปลูก โดยปลายแขนกลติดตั้งแขนบูมฉีดพ่นสารเคมี ประกอบด้วยหัวฉีดพ่นแบบ cold fogger จำนวน 4 หัว และออกแบบตัวควบคุม SPWM (Servo Pulse Width Modulation) ในการขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ผ่านระบบเฟืองทดของหัวฉีด เพื่อให้อัตราการฉีดพ่นมีค่าเท่ากัน เมื่อทำการทดสอบความสามารถในการทำงาน พบว่า เครื่องมีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมี thiamethoxam 93.75% และสารเคมี spinetoram 90.48% ขณะที่แรงงานคนมีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมี thiamethoxam 100% และสารเคมี spinetoram 76.19% เครื่องมีปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 120.66 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 69.12 นาที ขณะที่แรงงานคนมีปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 168.70 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 74.25 นาที โดยเครื่องต้นแบบมีราคา 183,800 บาท และค่าจ้างแรงงานคนในการพ่นสารเคมีจำนวน 4 คน 200 บาท/ไร่ ทำงาน 8 ชม./วัน ดังนั้นจากผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติมีจุดคุ้มทุนที่ 307.61 ไร่

บทสรุปโครงการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันที่ออกแบบในการวิเคราะห์ และจำแนกภาพ พบว่า เครื่องมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 81.1% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 88.1% เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 25.10 วินาทีต่อก้อน ส่วนแรงงานคนมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 75.8% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 83.3% เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 53.37 วินาทีต่อก้อน ส่วนระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายที่ใช้ตัวควบคุม SPWM (Servo Pulse Width Modulation) ควบคุมอัตราการฉีดพ่นของหัวฉีดแบบ cold fogger จำนวน 4 หัว ทำให้อัตราการฉีดพ่นโดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากัน เมื่อทำการทดสอบความสามารถในการทำงาน พบว่า เครื่องมีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีเฉลี่ย 92.12% ปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 120.66 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 69.12 นาที ขณะที่แรงงานคนมีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีเฉลี่ย 88.10% ปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 168.70 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 74.25 นาที โดยต้นแบบทั้ง 2 เครื่อง สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงการ คือ สามารถตรวจสอบเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้ได้แม่นยำมากกว่าแรงงานคน ส่งผลให้การตัดสินใจพ่นสารเคมีโดยเครื่องมีความแม่นยำมากกว่าการตัดสินใจพ่นสารเคมีโดยแรงงานคน นอกจากนี้การพ่นสารเคมีโดยเครื่องมีอัตราการฉีดพ่นโดยเฉลี่ยเท่ากันทุกหัวฉีดแตกต่างจากการใช้แรงงานคน ส่งผลให้การใช้ปริมาณสารเคมีของเครื่องน้อยกว่าแรงงานคนแต่ประสิทธิภาพเท่ากัน หรือดีกว่าทำให้ประหยัดงบประมาณการใช้สารเคมี รวมถึงเวลาในการฉีดพ่นของเครื่องน้อยกว่า ซึ่งปัจจัยเหล่านี้คือวัตถุประสงค์ของระบบการบริหารศัตรูพืช (Integrated Pest Management : IPM)

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 3

ชื่อโครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชสำหรับกล้วยไม้ตัดดอกแบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ

Research and Development of Automatic Conveyor Belts Insect Pests Screening Machines for Orchids Cut Flower

ผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย นายอนุชิต ฉ่ำสิงห์ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

บทคัดย่อ

ช่อกล้วยไม้ตัดดอกที่จะทำการส่งออกไปยังต่างประเทศจำเป็นต้องมีการตรวจสอบป้องกันการมีแมลงศัตรูพืชของกล้วยไม้ปะปนไปกับช่อกล้วยไม้ตัดดอก โดยเฉพาะหนอนกระทู้ผัก บั่วกล้วยไม้ เพลี้ยไฟ วิธีการตรวจสอบเป็นงานที่ต้องใช้คนที่มีความชำนาญ แต่การทำงานติดต่อกันเป็นเวลานานส่งผลให้ประสิทธิภาพในการตรวจสอบลดลง จึงได้ทำการพัฒนาเครื่องตรวจสอบโดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพเพื่อใช้ในกระบวนการตรวจสอบ โดยชนิดของกล้องและภาพถ่ายแบบมัลติสเปกตรัม กล้องตรวจจับความร้อน และกล้องถ่ายภาพแบบทั่วไป พบว่ามีเพียงกล้องถ่ายภาพแบบบทั่วไป เท่านั้นที่มีความเป็นไปได้ และต้องมีการใช้กล้องดังกล่าวหลายตัวเพื่อทำการถ่ายในหลายมุมมองที่แตกต่างกัน และวิเคราะห์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม เครื่องต้นแบบทำงานโดยลำเลียงกล้วยไม้ด้วยสายพานลำเลียงเข้าไปยังห้องถ่ายภาพและทำการถ่ายภาพในหลายมุมมองที่แตกต่างกัน แล้วทำการวิเคราะห์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมชนิดคอนโวลูชั่น (Convolutional Neural Network, CNN) เพื่อแยกแยะหมวดหมู่ของภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยหนอนกระทู้ผัก บั่วกล้วยไม้ เพลี้ยไฟ และไม่พบแมลง จากการทดสอบการจำแนกหมวดหมู่ของแมลงพบว่ามีประสิทธิภาพในการแยกตามชนิดของแมลงคือ หนอนกระทู้ผัก 78.6% บั่วกล้วยไม้ 68.0% เพลี้ยไฟเท่ากับ 39.8% ไม่พบแมลง 39.1% โดยความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบ เกิดจากการที่แมลงบางชนิดเช่นบั่วกล้วยไม้หรือเพลี้ยไฟเป็นแมลงที่มีขนาดที่เล็ก ทำให้ภาพของกล้วยไม่ที่มีแมลงปะปนและภาพของกล้วยไม้ที่ไม่มีแมลงปนอยู่มีความคล้ายคลึงกัน ระบบตรวจจับจึงทำการแยกแยะระหว่างช่อกล้วยไม้ที่มีแมลงปะปนและช่อกล้วยไม้ที่ไม่มีแมลงปะปนอยู่ได้ยากมากขึ้น

คำสำคัญ: กล้วยไม้ตัดดอก, แมลงศัตรูพืชกล้วยไม้, ระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ

ABSTRACT

Exported orchids cut flower need to be inspected in order to prevent insect pests that might be mixed with orchids cut flower, especially common cutworm, orchid midge and cotton thrips. Specialist is required for inspection procedure but continuous working for a long time will decrease inspection efficiency. Hence, we develop an inspection machine that using image

กรมวิชาการเกษตร

processing technology to be used in an inspection process. Comparing between multispectral camera, thermal camera and general cameras. We found that only a general camera is possible to use in this process by using multiple cameras to take a photo from difference views and analyze using neural network. The principle of machine is using conveyor to transport orchids into photography chamber and take a photo from difference views, then analyze with a convolutional neural network (CNN) to classify categories of images which consists of common cutworm, orchid midge, cotton thrips and non-pest image. For the testing result, the accuracy of image classification from each category is 78.6% for common cutworm, 68.0% for orchid midge, 39.8% for cotton thrips and 39.1% for non-pest image. Error from the inspection result was affected by the size of insects are too small such as orchid midge and cotton thrips that make similarity between pest image and non-pest image, so the inspection system has more difficult to classify between these images.

Key words: Orchid cut flower, Orchids Insect pests, Automatic conveyor belts

คำนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกล้วยไม้ตัดดอกเขตร้อน (Tropical orchid) เป็นอันดับ 1 ของโลก โดยมีแหล่งผลิตที่สำคัญในจังหวัด นครปฐม สมุทรสาคร กรุงเทพมหานคร ราชบุรี และนนทบุรี มีคู่ค้าที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอมริกา อิตาลี จีน และอินเดีย โดยในปี 2559 มีการส่งออกทั้งสิ้น 46,375 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 72.66 ล้านเหรียญสหรัฐ (สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรม, 2560) ปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งของส่งออกกล้วยไม้ของประเทศไทย คือการตรวจพบศัตรูพืชกักกันในสินค้า สำหรับศัตรูกล้วยไม้ที่สำคัญ ได้แก่ เพลี้ยไฟ บั่วกล้วยไม้ หนอนกระทู้ผัก และหอยทาก เป็นต้น ในการส่งออกกล้วยไม้ไปต่างประเทศ กรมวิชาการเกษตรได้กำหนดให้กล้วยไม้ต้องผ่านการรมสารเมทิลโบรไมด์และขอใบรับรองปลอดศัตรูพืช (Phytosanitary Certificate หรือ PC) กำกับไปกับสินค้ากล้วยไม้ตัดดอก (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552) ขั้นตอนก่อนที่จะได้รับการรับรองปลอดศัตรูพืชนั้น จะมีการตรวจสอบว่ามีแมลงศัตรูกล้วยไม้ติดไปกับสินค้าหรือไม่ โดยการตรวจจะอาศัยการตรวจพินิจด้วยสายตาของนักวิชาการ ความแม่นยำในการตรวจจำเป็นต้องอาศัยทักษะและความชำนาญของนักวิชาการเป็นหลัก ถึงแม้นักวิชาการเหล่านี้จะมีความรู้และประสบการณ์ในการตรวจก็ตาม แต่เนื่องจากมีจำนวนกล้วยไม้ส่งออกเป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้ตรวจต้องปฏิบัติงานติดต่อกันเป็นเวลานาน จึงทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเมื่อยอ่อนล้า ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการตรวจได้ และยังพบปัญหาเรื่องของการตรวจสอบแมลงศัตรูกล้วยไม้ในส่วนของโรงคัดบรรจุกล้วยไม้ จากปัญหาดังกล่าว วิจัยและพัฒนาเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชสำหรับกล้วยไม้ตัดดอกฯ จึงเป็นการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำของการ

กรมวิชาการเกษตร

ตรวจสอบ และคัดแยกแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ ด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการถ่ายภาพร่วมกับระบบสายพานลำเลียงแบบอัตโนมัติ เพื่อแก้ปัญหาการใช้แรงงานคนในการตรวจสอบ ในกระบวนของการตรวจสอบก่อนการบรรจุหีบห่อในโรงคัดบรรจุ และการช่วยในการตรวจสอบ สำหรับสินค้านำเข้า -ส่งออก ซึ่งจะสอดคล้องกับนโยบายรัฐในเรื่องการผลิตพืชอย่างแม่นยำ (Precision Agriculture) ที่จะมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการ

1. ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ลำเลียงแบบสายพานลำเลียงที่เกี่ยวข้อง และเทคนิคการประมวลผลภาพ และมีใช้งานในปัจจุบัน เช่นระบบสมองกลควบคุม ชนิดของกล้องถ่ายภาพที่ใช้ เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบระบบสำหรับงานวิจัยนี้
2. ศึกษาสมบัติทางกายภาพของกล้วยไม้ตัดดอก สมบัติทางกายภาพของแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ (เพลี้ยไฟ บั่วกล้วยไม้ หนอนกระทู้ผัก) เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบ ระบบการถ่ายภาพเพื่อแยกแยะดอกกล้วยไม้และแมลงศัตรูกล้วยไม้ และเพื่อเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมสำหรับระบบลำเลียง ที่จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับดอกกล้วยไม้
3. ออกแบบและสร้างระบบการตรวจสอบแมลงศัตรูพืชฯ ต้นแบบ ที่ประกอบไปด้วย ระบบการถ่ายภาพและประมวลผล และระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยทำการออกแบบชุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จะรับผลการวิเคราะห์มาจากชุดระบบถ่ายภาพ และทำการประมวลผลต่อเพื่อควบคุมกลไกการทำงานของระบบสายพานลำเลียงต่อไป

หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ตัดดอกแบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ คือการจำลองการตรวจสอบช่อกล้วยไม้ตัดดอกด้วยสายตา เป็นการถ่ายภาพช่อกล้วยไม้ด้วยกล้องถ่ายภาพในหลายมุมมองที่แตกต่างกัน (Multi-camera) แล้วจึงนำมาประมวลผลเพื่อตรวจสอบหาแมลงศัตรูพืชในช่อดอก

4. ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบฯ โดยทำการทดสอบการทำงานของระบบด้วยการถ่ายภาพเปรียบเทียบกันระหว่างกล้องถ่ายภาพทั่วไป (RGB) และ กล้องแบบอินฟราเรด (IR, NIR) โดยดำเนินการทดลองถ่ายภาพในห้องปฏิบัติการ ซึ่งทั้ง 2 กรณี ไม่ว่าจะเจอ หรือไม่เจอแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ ในกระบวนการของการทดสอบนี้จะต้องมีการนำช่อกล้วยไม้มาผ่านการตรวจสอบด้วยสายตาของผู้เชี่ยวชาญในการสุ่มตรวจช่อกล้วยไม้อีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องต้นแบบฯ เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขการทำงานของเครื่องต้นแบบฯ และช่อกล้วยไม้ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วหากพบแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ จะถูกแยกออกไปจัดการตามมาตรฐานต่อไป
5. บันทึกผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบระบบตรวจสอบและคัดแยกฯ
   5.1 ความสามารถในตรวจสอบช่อกล้วยไม้ (ช่อ/ชั่วโมง)
   5.2 ประสิทธิภาพในการคัดแยกระหว่างช่อกล้วยไม้ที่พบ และไม่พบแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ (%)
   5.3 การใช้พลังงานไฟฟ้า

กรมวิชาการเกษตร

6. สรุป และวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ลำเลียงแบบสายพานลำเลียง และเทคนิคการประมวลผลภาพ และมีใช้งานในปัจจุบันที่เกี่ยวข้อง

1.1 การทดสอบกล้องสำหรับการถ่ายภาพแมลงศัตรูกล้วยไม้

ดำเนินการทดสอบเก็บข้อมูลถ่ายภาพเปรียบเทียบกันระหว่างกล้องถ่ายภาพแบบทั่วไป (Canon EOS 60D) กล้องตรวจจับความร้อน (Thermal Imaging Camera, HT-18, Hti, Dongguan Xintai Instrument Co., Ltd., Guangdong, China) และกล้องแบบมัลติสเปกตรัม (Multispectral Imaging Camera, VLNIR-CL-100-N17E, SPECIM SisuCHEMA, Spectral Imaging Ltd., Oulu, Finland)

การถ่ายภาพตัวอย่างหนอนกระทู้ระยะที่ 1 และ 2 ด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อน Thermal imaging camera Hti รุ่น HT-18 พบว่าเมื่อทดสอบถ่ายภาพตัวอย่างแมลงและดอกกล้วยไม้ไม่สามารถแยกความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างหนอนและดอกกล้วยไม้ได้ (ภาพที่ 4) เนื่องจากความละเอียดของถาพถ่ายที่ได้จากกล้องมีขนาดเพียง 220x160 พิกเซลเท่านั้น

การถ่ายภาพตัวอย่างหนอนกระทู้ระยะที่ 1 และ 2 ด้วยกล้อง Hyper spectral camera ที่ช่วงความยาวคลื่น 900-1700 นาโนเมตร วัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) โดยรูปแบบการวัดแบบสะท้อน (Reflectance) พบว่าภาพถ่ายที่ได้จากกล้อง hyper spectral ที่แสดงผลแบบ RGG สามารถมองเห็น และตรวจจับภาพหนอนกระทู้ได้ แต่เมื่อประมวลผลเป็นภาพด้วยข้อมูลสเปกตรัมแล้วไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ของค่าการดูดกลืนแสงระหว่างดอกกล้วยไม้และหนอนกระทู้ได้ (ภาพที่ 5) และเมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 900-1700 นาโนเมตร ด้วยโปรแกรม Evince (ภาพที่ 6) พบว่าข้อมูลการดูดกลืนแสงของตัวอย่างหนอนกระทู้ และดอกกล้วยไม่มีค่าไม่แตกต่างกัน ข้อมูลของตำแหน่งที่มีหนอนกระทู้ (เส้นสีแดง) ข้อมูลตำแหน่งของดอกกล้วยไม้ (เส้นสีเขียว,น้ำเงิน) กราฟค่าการดูดกลืนแสงมีลักษณะที่เหมือนกัน ดังแสดงในภาพที่ 7 ซึ่งเป็นผลมาจากขนาดของตัวอย่างหนอนกระทู้ที่ใช้ในการทดสอบ (ระยะ 1,2) มีขนาดที่เล็กกว่าความละเอียด (pixel) ที่กล้องสามารถถ่ายภาพได้จึงทำให้ไม่สามารถแสดงความแตกต่างของค่าการดูดกลืนแสงได้

ผลการทดสอบเปรียบเทียบการมองเห็นแมลงของกล้องทั้งสามชนิด พบว่าการถ่ายภาพด้วยกล้องตรวจจับความร้อนและกล้องแบบมัลติสเปกตรัมนั้นไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างช่อกล้วยไม้และหนอนกระทู้ผักได้ และสันนิษฐานว่าเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้ซึ่งมีขนาดตัวที่เล็กกว่าความละเอียดของกล้องจะไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของค่าการดูดกลืนคลื่นแสงได้เช่นกัน ดังนั้นในทดสอบจึงเลือกใช้กล้องถ่ายภาพแบบทั่วไปมาใช้สำหรับกระบวนการถ่ายภาพแทน

2. การออกแบบและพัฒนาต้นแบบเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชสำหรับกล้วยไม้ตัดดอก

กรมวิชาการเกษตร

ต้นแบบเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ตัดดอกแบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติประกอบไปด้วย 2 ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ส่วนของห้องถ่ายภาพและส่วนของสายพานลำเลียง หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องจะเป็นการจำลองการตรวจสอบช่อกล้วยไม้ตัดดอกด้วยสายตา ด้วยการถ่ายภาพช่อกล้วยไม้ด้วยกล้องถ่ายภาพในหลายมุมมองที่แตกต่างกัน (Multi-camera) โดยในการทดสอบจะใช้กล้องถ่ายภาพแบบทั่วไป (RGB) แล้วนำมาประมวลผลเพื่อตรวจสอบหาแมลงศัตรูพืชในช่อดอก

2.1 การออกแบบห้องสำหรับการถ่ายภาพแมลง

การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบในส่วนของห้องสำหรับการถ่ายภาพแมลง โดยจะมีลักษณะเป็นห้องทรงสี่เหลี่ยมที่ประกอบไปด้วยผนัง 3 ด้าน ลักษณะของตัวอักษร ‘U’ กลับหัว โดยมีความยาว 500 มม. สูง 400 มม. และมีความกว้างจากขอบด้านใน 370 มม. เพื่อให้สามารถประกอบร่วมกับสายพานความกว้างขนาด 350 มม. ตัวโครงห้องถ่ายภาพของเครื่องต้นแบบฯ ประกอบขึ้นมาจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ (Aluminum Profile) และทำการกั้นผนังทั้ง 3 ด้านเพื่อลดผลกระทบจากแสงภาพนอกที่เข้ามา ติดตั้งหลอดไฟภายในห้องถ่ายภาพเพื่อให้ภายในห้องถ่ายภาพนั้นมีความสว่างที่อยู่ตลอดเวลา และทำการติดตั้งกล้องจำนวน 2 ตัวไว้ที่บริเวณมุมด้านบนของห้องถ่ายภาพในตำแหน่งที่มุมตรงข้ามกัน สำหรับนำภาพจากกล้องทั้งสองไปใช้กับโปรแกรมตรวจจับต่อไป

ในส่วนของการออกแบบและสร้างต้นแบบในส่วนของห้องถ่ายภาพนั้น มีจุดประสงค์เพื่อที่จะทำการควบคุมสภาวะแวดล้อมหรือปริมาณแสงให้คงที่ ลดการรบกวนของแสงจากปัจจัยภายนอก โดยในต้นแบบห้องถ่ายภาพนี้จะเป็นการกำหนดตำแหน่ง มุมของการถ่ายภาพ และระดับของแสงในห้องถ่ายภาพให้คงที่ ภาพที่ถ่ายออกมานั้นอยู่ในมุมมองแบบเดียวกัน มีขนาดของวัตถุที่ใกล้เคียงกันจากการยึดตำแหน่งของกล้องไว้ให้คงที่ และมีระดับของแสงที่เท่า ๆ ในทุกครั้งของการถ่ายภาพ

2.2 การออกแบบชุดอุปกรณ์สายพานลำเลียงอัตโนมัติ

ในส่วนของสายพานลำเลียงจะใช้สำหรับการลำเลียงช่อกล้วยไม้เข้าไปยังห้องถ่ายภาพ โดยเป็นสายพานหน้ากว้าง 350 มม. ยาว 1500 มม. สูง 750 มม. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์แบบที่สามารถหยุดการเคลื่อนที่ได้เพื่อให้ชุดสายพานสามารถหยุดเคลื่อนเพื่อทำการถ่ายภาพกล้วยไม้ที่เลื่อนเข้ามาในห้องถ่ายภาพได้

ชุดสายพานลำเลียงจะถูกนำไปประกอบรวมกับห้องถ่ายภาพสำหรับกระบวนการถ่ายภาพแมลงศัตรูกล้วยไม้ ผนังด้านข้างตำแหน่งเหนือสายพานจะมีการติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุไว้ เมื่อช่อกล้วยไม้ถูกลำเลียงมาถึงตำแหน่งของเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ สายพานก็จะหยุดเคลื่อนที่เพื่อทำการบันทึกภาพกล้วยไม้ด้วยกล้องภายในห้องถ่ายภาพ และนำภาพที่ได้มาทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมตรวจจับต่อไป

3. การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการตรวจจับแมลงศัตรูพืช

3.1 การเตรียมตัวอย่างสำหรับการสร้างโปรแกรมตรวจจับแมลง

ภาพที่ถูกนำมาใช้ในกระบวนการตรวจสอบแมลงจะมาจากการถ่ายภาพภายในห้องถ่ายภาพ ดังนั้นภาพที่นำมาใช้ในขั้นตอนของการสร้างระบบตรวจจับแมลงจะเป็นภาพที่ได้จากการถ่ายภายในห้องถ่ายภาพเท่านั้น

กรมวิชาการเกษตร

เนื่องจากเป็นภาพที่อยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ควบคุมความเข้มแสง ระยะโฟกัส และมุมกล้องที่อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันทุกภาพ ซึ่งส่งผลให้ระบบตรวจจับสามารถแยกแยะความแตกต่างของแมลงแต่ละชิดได้ชัดเจนมากขึ้น

ข้อมูลภาพที่มาจากห้องถ่ายภาพจะได้มาจากกล้องถ่ายภาพชนิดเป็นภาพสี (RGB) ขนาด 5 ล้านพิกเซล (5MP, 2590 px * 1942 px) ถ่ายด้วยเลนส์ขนาด 25 มม. ที่รูรับแสง 1.4 (F1.4) ภาพของช่อกล้วยไม้ที่นำมาใช้ในกระบวนการสอนระบบแบ่งออกเป็น 4 หมวด ได้แก่ช่อกล้วยไม้ที่มีหนอนกระทู้ผัก บั่วกล้วยไม้ หรือเพลี้ยไฟปะปนอยู่ และภาพของกล้วยไม้ที่ไม่มีแมลงปะปนอยู่ โดยเมื่อช่อกล้วยไม้เลื่อนมาตามสายพานจนกระทั่งเซ็นเซอร์ตรวจเจอช่อกล้วยไม้ก็จะหยุดสายพานเพื่อทำการถ่ายภาพเก็บข้อมูล

ข้อมูลภาพที่ทำการเก็บข้อมูลมามีจำนวนทั้งหมด 1,272 ภาพ แบ่งออกเป็นภาพของหนอนกระทู้ผักจำนวน 262 ภาพ ภาพของบั่วกล้วยไม้จำนวน 209 ภาพ ภาพของเพลี้ยไฟจำนวน 480 ภาพ และภาพกล้วยไม้ที่ไม่มีแมลงปะปนจำนวน 321 ภาพ โดยภาพเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ทั้งในกระบวนการสร้างแบบจำลองของระบบและขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของระบบในขั้นตอนต่อไป

3.2 ระบบตรวจจับแมลงศัตรูกล้วยไม้ด้วยการตรวจจับวัตถุ (Object Detection)

ระบบตรวจจับแมลงศัตรูกล้วยไม้ในช่วงแรกนั้นถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยการใช้โปรแกรม Matlab R2020a. (MathWork; Co.; U.S.) โดยทำการตรวจจับวัตถุ (Object Detection) ด้วยการนำโครงข่ายประสาทชนิดคอนโวลูชันแบบพื้นที่ (Region-Based Convolutional Neural Networks, R-CNN) มาใช้ในการวิเคราะห์ตำแหน่งของแมลงที่อยู่ในภาพ

ผลการทดสอบในเบื้องต้นพบว่าผลการตรวจจับนั้นไม่แม่นยำเท่าที่ควร เนื่องจากภาพของแมลงที่ใช้ในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองของระบบนั้นมีจำนวนน้อยเกินไป ทำให้ระบบยังไม่สามารถแยกแยะตำแหน่งของแมลงในภาพได้ จึงได้ทำการเพิ่มข้อมูลภาพที่ใช้ในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองของระบบด้วยภาพจากอินเตอร์เน็ตแล้วทำการสร้างระบบตรวจสอบขึ้นมาอีกครั้ง

ผลการทดสอบของระบบตรวจสอบหลังการเพิ่มข้อมูลภาพบางส่วนจากอินเทอร์เน็ตพบว่า ระบบตรวจจับมีแนวโน้มที่จะตรวจพบแมลงได้แม่นยำมากขึ้น แต่ระบบก็จะมีแนวโน้มการตรวจที่ผิดพลาดในกรณีที่ระบบตรวจจับว่าภาพพื้นหลังเป็นแมลงที่มากขึ้นเช่นกัน

จากผลการทดสอบที่ระบบที่ผ่านมา พบว่าการควบคุมคุณภาพของภาพที่ทำการถ่ายมาให้มีมุมมองหรือระดับแสงที่ใกล้เคียงกันนั้น จะสามารถนำไปพัฒนาระบบตรวจจับให้มีประสิทธิภาพได้ดีกว่า เนื่องจากระบบจะสามารถเรียนรู้และแยกแยะความแตกต่างระหว่างช่อกล้วยไม้และแมลงได้ง่ายขึ้นเมื่อเทียบกับการสร้างระบบตรวจจับด้วยภาพที่ไม่มีการควบคุมสภาวะแวดล้อม

3.3 ระบบตรวจจับแมลงศัตรูกล้วยไม้ด้วยการจำแนกหมวดหมู่ (Classification)

เนื่องจากวิธีการตรวจสอบแมลงศัตรูกล้วยไม้ที่นำมาใช้อยู่นั้นเป็นการตรวจจับวัตถุในภาพ (Object Detection) นั้นจะมีขั้นตอนการลดขนาดภาพลงเพื่อลดภาระในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ลง ทำให้วัตถุขนาดเล็กที่อยู่ในภาพที่มีขนาดใหญ่นั้นถูกตรวจพบได้ยากขึ้น ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้เปลี่ยนวิธีการตรวจจับแมลงจาก

กรมวิชาการเกษตร

วิธีการตรวจจับวัตถุ (Object Detection) มาเป็นการใช้วิธีคัดแยกหมวดหมู่ของภาพ (Classification) ร่วมกับการแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อยแทน (Image Segmentation)

รูปภาพที่นำมาใช้กับระบบประมวลผลจะถูกแบ่งออกเป็นภาพขนาดเล็กจำนวนหลายภาพ เพื่อให้ภาพที่นำไปประมวลผลนั้นมีขนาดที่เล็กลงโดยที่ภาพต้นฉบับจะยังคงมีขนาดและความละเอียดเท่าเดิม แล้วนำไปให้ระบบทำการประมวลว่าแต่ละส่วนของภาพนั้นจัดอยู่ในหมวดหมู่ใด โดยผลลัพธ์ของการตรวจจับออกเป็น 4 หมวดหมู่ ได้แก่เพลี้ยไฟ บั่วกล้วยไม้ หนอนกระทู้ผัก และภาพที่ไม่พบแมลง

ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างระบบตรวจสอบเป็นภาพขนาด 324*324 พิกเซล (จากภาพขนาด 5184*3888 พิกเซล) แบ่งเป็นภาพที่ไม่พบแมลงจำนวน 5,691 ภาพ หนอนกระทู้ผักจำนวน 435 ภาพ บั่วกล้วยไม้จำนวน 237 ภาพ และเพลี้ยไฟจำนวน 187 ภาพ

เนื่องจากภาพในแต่ละหมวดของแมลงทั้งสามนั้นมีปริมาณที่แตกต่างกับจำนวนภาพที่ไม่พบแมลงเป็นอย่างมาก ซึ่งส่งผลให้ระบบจะจำแนกภาพส่วนใหญ่เป็นหมวดภาพพื้นหลัง และไม่สามารถจำแนกภาพในหมวดหมู่อื่นได้ จึงได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบด้วยการเพิ่มจำนวนภาพในหมวดหมู่ของแมลงทั้งสามด้วยการสร้างภาพเพิ่มเติมขึ้นมาด้วยข้อมูลภาพเดิมที่มีอยู่ (Data Augmentation) ด้วยวิธีการเลื่อนขนาน (Translation) เพื่อให้ได้ภาพแมลงในลักษณะเดิมแต่อยู่ในตำแหน่งภาพที่แตกต่างออกไป โดยภาพที่ได้หลังจากกระบวนการเพิ่มข้อมูลแบ่งออกเป็นภาพที่ไม่พบแมลงจำนวน 5,691 ภาพ หนอนกระทู้ผักจำนวน 2,595 ภาพ บั่วกล้วยไม้จำนวน 1,507 ภาพ และเพลี้ยไฟจำนวน 1,231 ภาพ

ภาพกล้วยไม้ในหลังจากการกระบวนการเพิ่มข้อมูลนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะถูกใช้ในกระบวนการสอนเพื่อสร้างระบบจำแนกหมวดหมู่ขึ้นมา และส่วนที่สองจะถูกใช้ในขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของระบบเพื่อทดสอบความแม่นยำในการจำแนกหมวดหมู่ของระบบด้วยข้อมูลที่ไม่เคยถูกสอนมาก่อน โดยในแต่ละหมวดจะแบ่งภาพมา 80% ของจำนวนภาพเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการสร้างระบบ และอีก 20% ที่เหลือจะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนของการทดสอบระบบ จากผลการทดสอบพบว่าความแม่นยำในการจำแนกหมวดหมู่ก่อนทำการเพิ่มข้อมูลแยกตามชนิดของแมลงคือ เพลี้ยไฟ 24.32% บั่วกล้วยไม้ 10.64% หนอนกระทู้ผัก 44.83% และไม่พบแมลง 97.01% ซึ่งหลังจากผ่านกระบวนการเพิ่มข้อมูลเรียบร้อยแล้วระบบจะมีความแม่นยำในการทำงานที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับระบบจำแนกหมวดหมู่ก่อนที่จะทำการเพิ่มข้อมูลเข้ามา โดยแยกตามหมวดหมู่คือ เพลี้ยไฟ 59.76% บั่วกล้วยไม้ 79.07% หนอนกระทู้ผัก 83.82% และไม่พบแมลง 86.99% ดังแสดงในตารางที่ 1

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบจำแนกหมวดหมู่จะเป็นการทดสอบทดสอบซ้ำจำนวน 10 ครั้ง โดยจะทำการสุ่มภาพจำนวน 1,000 ภาพในแต่ละหมวดหมู่สำหรับกระบวนการสอนระบบ และสุ่มภาพจำนวน 200 ภาพในแต่ละหมวดหมู่สำหรับขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าระบบมีความแม่นยำเฉลี่ยในการจำแนกหมวดหมู่อยู่ที่ 81.6% สำหรับเพลี้ยไฟ 88.1% สำหรับบั่วกล้วยไม้ 64.6% สำหรับเพลี้ยไฟ และ 78.9% สำหรับภาพที่ไม่มีแมลง

กรมวิชาการเกษตร

ในขั้นตอนของการตรวจจับแมลงศัตรูกล้วยไม้นั้นจะเป็นการนำระบบจำแนกหมวดหมู่มาใช้ร่วมกับการตัดแบ่งภาพ โดยภาพของช่อกล้วยไม้ที่ได้มาจากห้องถ่ายภาพจะถูกนำมาแบ่งออกเป็นภาพย่อยหลาย ๆ ภาพ และนำภาพย่อยที่ได้มาแต่ละภาพไปทำการคัดแยกหมวดหมู่เพื่อตรวจสอบหมวดหมู่ของภาพ โดยผลการทดสอบของระบบตรวจจับนี้จะจำแนกออกมาเป็น 2 หมวดหมู่เท่านั้น ได้แก่ช่อกล้วยไม้ที่ตรวจพบแมลง และช่อกล้วยไม้ที่ตรวจไม่พบแมลง ช่อกล้วยไม้ที่ถูกประเมินว่าตรวจพบแมลงก็จะถูกคัดแยกออกไป ส่วนช่อกล้วยไม้ที่ตรวจไม่พบแมลงก็จะถูกลำเลียงไปทำการบรรจุกล่องหรือดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบตรวจจับแมลงศัตรูกล้วยไม้นั้น จะเป็นการนำระบบจำแนกหมวดหมู่มาทำการทดสอบการตรวจจับกับภาพที่ได้มาจากห้องถ่ายภาพจริง จำนวน 1,263 ภาพ ประกอบไปด้วยภาพที่ไม่พบแมลงจำนวน 321 ภาพ หนอนกระทู้ผักจำนวน 252 ภาพ บั่วกล้วยไม้จำนวน 210 ภาพ และเพลี้ยไฟจำนวน 480 ภาพ และทำการสุ่มภาพออกมาหมวดหมู่ละ 200 ภาพสำหรับนำมาใช้ในขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

ภาพที่นำมาทำการทดสอบแต่ละภาพจะถูกแบ่งออกเป็น 12 ภาพย่อย และนำระบบจำแนกหมวดหมู่ทั้ง 10 แบบจำลองที่มาจากขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของระบบจำแนกหมวดหมู่ก่อนหน้านี้ มาทำการจำแนกหมวดหมู่ของภาพย่อยแต่ละภาพ ถ้าหากว่าในหมู่ภาพย่อยที่แยกออกมานั้นมีภาพใดภาพหนึ่งที่ถูกจำแนกหมวดหมู่เป็นแมลงหนึ่งในสามชนิดนี้ กล้วยไม้ช่อนั้นก็จะถูกประเมินว่า **‘ตรวจพบแมลง’** ส่วนภาพของช่อกล้วยไม้ที่ภาพย่อยทุกภาพถูกจำแนกหมวดหมู่เป็น ‘ไม่พบแมลง’ ช่อกล้วยไม้ช่อนั้นก็จะถูกประเมินว่า **‘ตรวจไม่พบแมลง’** ผลการทดสอบการตรวจสอบแมลงภายในห้องถ่ายภาพพบว่ามีความแม่นยำในการทำงานอยู่ที่ 78.6% สำหรับหนอนกระทู้ผัก, 68% สำหรับบั่วกล้วยไม้, 39.8% สำหรับเพลี้ยไฟ และ 39.1% สำหรับภาพที่ไม่มีแมลง ดังแสดงในตารางที่ 3

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลทดสอบการตรวจจับแมลงด้วยการตรวจจับวัตถุ (Object Detection) ด้วยโครงประสาทชนิดคอนโวลูชันแบบพื้นที่ (Region-Based Convolutional Neural Networks, R-CNN) จะสามารถในการตรวจจับวัตถุที่มีขนาดเล็กได้ยาก และด้วยความคล้ายคลึงกันของภาพที่มีและไม่มีแมลงปะปน ส่งผลให้การตรวจจับของระบบเกิดการมองว่าภาพพื้นหลังว่าเป็นตัวของแมลงอยู่บ่อยครั้ง และทำให้กล้วยไม้ที่ไม่มีแมลงปะปนถูกมองว่ามีแมลงปะปนอยู่อีกด้วย ทำให้การตรวจจับแมลงด้วยการจำแนกหมวดหมู่ (Classification) มาใช้กันการแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อย (Segmentation) มีความสามารถในการตรวจจับที่แม่นยำมากกว่าเนื่องจากเป็นการประมวลผลโดยที่ไม่ทำการลดขนาดหรือรายละเอียดของภาพ ทำให้ระบบสามารถตรวจจับแมลงได้แม่นยำขึ้นกว่าเดิม แต่ก็จะยังมีปัญหาในเรื่องของภาพของกล้วยไม่ที่มีแมลงปะปนและภาพของกล้วยไม้ที่ไม่มีแมลงปนอยู่มีความคล้ายคลึงกันซึ่งส่งผลให้ระบบไม่สามารถตรวจจับได้ รวมไปถึงกรณีที่ตัวของแมลงไปอยู่ในจุดที่กล้องไม่สามารถบันทึกภาพได้อย่างเช่นด้านหลังของใบที่ซ้อนกัน ด้านในของกลีบดอกที่ไม่ได้หันเข้ามาหากล้อง ซึ่งเป็นจุดบอดที่ทำให้ระบบตรวจจับไม่สามารถตรวจพบแมลงได้อีกด้วย

ศรีปทุมวิทยาลัย

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

แผนงานวิจัยย่อย การวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตกล้วยไม้คุณภาพเพื่อการส่งออก ใช้ระยะเวลาการดำเนินงาน 2 ปี (2563-2564) ซึ่งเมื่อเสร็จสิ้นการดำเนินงานได้ผลลัพธ์ดังนี้

1. ต้นแบบเครื่องผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้ ความสามารถของเครื่องในการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ได้ 100 ก้อน/ชั่วโมง วัสดุปลูกกล้วยไม้ที่อัดแล้วมีขนาด (กว้างxยาวxสูง) 22x36x8 เซนติเมตร ก้อนวัสดุปลูก 1 ก้อน สามารถปลูกกล้วยไม้ได้ 4 ต้น ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม พบว่าผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้มีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ 8 บาท/ก้อน เครื่องมือผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้มีจุดคุ้มทุนเมื่อทำการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ 213,333 ก้อน/ปี ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1 ปี ที่ราคาขายก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ 9 บาท/ก้อน

2. ชุดระบบตรวจสอบแมลงศัตรูสำคัญในกล้วยไม้เพื่อควบคุมการให้สารเคมีตามระบบ IPM มีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 81.1% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 88.1% เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 25.10 วินาทีต่อก้อน ในขณะที่แรงงานคนมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 75.8% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 83.3% เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 53.37 วินาทีต่อก้อน ส่วนระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวาย มีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีเฉลี่ย 92.12% ปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 120.66 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 69.12 นาที ในขณะที่แรงงานคนมีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีเฉลี่ย 88.10% ปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 168.70 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 74.25 นาที โดยต้นแบบสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงการ คือ สามารถตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ได้แม่นยำมากกว่าแรงงานคน นอกจากนี้การพ่นสารเคมีโดยเครื่องมีอัตราการฉีดพ่นโดยเฉลี่ยเท่ากันทุกหัวฉีดแตกต่างจากการใช้แรงงานคน ส่งผลให้การใช้ปริมาณสารเคมีของเครื่องน้อยกว่าแรงงานคน แต่ประสิทธิภาพเท่ากัน หรือดีกว่าทำให้ประหยัดงบประมาณการใช้สารเคมี รวมถึงเวลาในการฉีดพ่นของเครื่องน้อยกว่า ซึ่งปัจจัยเหล่านี้คือวัตถุประสงค์ของระบบการบริหารศัตรูพืช (Integrated Pest Management : IPM)

3. ต้นแบบเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชสำหรับกล้วยไม้ตัดดอกแบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ มีความแม่นยำในการตรวจสอบแมลงภายในห้องถ่ายภาพ 78.6% สำหรับหนอนกระทู้ผัก, 68% สำหรับบั่วกล้วยไม้, 39.8% สำหรับเพลี้ยไฟ และ 39.1% สำหรับภาพที่ไม่มีแมลง โดยใช้ระบบการตรวจจับแมลงด้วยการจำแนกหมวดหมู่ (Classification) มาใช้ร่วมกับเทคนิคการแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อย (Segmentation) แต่ต้นแบบยังมีปัญหาในเรื่องภาพของกล้วยไม่ที่มีแมลงปะปนและภาพของกล้วยไม้ที่ไม่มีแมลงปนอยู่ มีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งส่งผลให้ความแม่นยำในการตรวจสอบแมลงศัตรูยังมีประสิทธิภาพต่ำอยู่

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

โครงการวิจัยที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์. 2558. การวิจัยและพัฒนาวัสดุปลูกสำหรับกล้วยไม้. ผลงานวิจัยและพัฒนา ปี 2558 กรมวิชาการเกษตร. แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/research/showthread.php?tid=2009 เข้าถึงเมื่อ 29 มีนาคม 2560.

บัณฑิต จิตรจำนงค์. 2559. วิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตวัสดุปลูกทดแทนกาบมะพร้าวสาหรับกล้วยไม้. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ปีที่3 ฉบับพิเศษ ประจำปี 2559. หน้า 57-63.

วรางคณา แสงสร้อย. 2552. การวิเคราะห์หาสัดส่วนผสมของเถ้าลอยคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว. วารสารคอนกรีต สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย ฉบับที่ 7 ประจำเดือน สิงหาคม 2009. แหล่งข้อมูล: http://www.thaitca.or.th/images/journal/journal7/journal7-5.pdf. เข้าถึงเมื่อ 7 พฤษภาคม 2561.

ณิชชา บูรณสิงห์. 2560. ประโยชน์ของเถ้าลอยจากการผลิตกระแสไฟฟ้า วัสดุทดแทนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม. บทความวิชาการ กุมภาพันธ์ 2560 สำนักวิชาการ สำนักงานเลขาสภาผู้แทนราษฎร. แหล่งข้อมูล: http://www.ยpaliament.go.th. เข้าถึงเมื่อ 7 พฤษภาคม 2561.

โครงการวิจัยที่ 2 ออกแบบและพัฒนาชุดระบบตรวจสอบแมลงศัตรูสำคัญในกล้วยไม้เพื่อควบคุมการให้สารเคมีตามระบบ IPM

การทดลองที่ 1 ออกแบบ และพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย

พิมพา ชีวาประกอบกิจ. 2562. การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำแนกภาพด้วยโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันโดยใช้เทคนิคการเพิ่มภาพ. TNI Journal of Engineering and Technology. 7(1): 59-64.

ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา, ทัศนาพร ทัศคร, สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง, ณิชกานต์ นเรวุฒิกุล, วรางคนา โชติเศรษฐี, ยุรวรรณ อนันตนมณี, พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์, ปราสาททอง พรหมเกิด, วัชรี วิทยวรรณกุล และดาราพร รินทะรักษ์. 2559. การบริหารศัตรูกล้วยไม้แบบผสมผสาน. วารสารกีฏและสัตววิทยา. 34(1): 2-16.

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง, สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น, พวงผกา อ่างมณี และวนาพร วงษ์นิคง. 2554. กลไกความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟฝ้าย, น.911-916. ในรายงานผลการวิจัยประจำปี 2554 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร

Makoto Koike. 2018. Automatic cucumber sorting system from pictures @ Cucumber Farm in Japan (Part 2/2). Available Source: https://mgronline.com/daily/detail/9590000091327, December 20, 2018.

Z. Zafrulla, H. Brashear, n T. Starner, H. Hamilton, and P. Presti. 2011. American Sign Language Recognition with the Kinect ICMI'11, pp. 279-286. In Proceedings of the 13th international conference on multimodal interfaces. 14 -18 November 2011, Alicante, Spain.

การทดลองที่ 2 พัฒนาระบบควบคุมการพ่นสารเคมีร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายแบบอัตโนมัติ

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์. 2563. การปรับตั้งเครื่องฉีดพ่นยาติดท้ายรถแทรกเตอร์, น.1-9. ในเอกสารความรู้ สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรอุตสาหกรรม. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพฯ.

ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา, ทัศนาพร ทัศคร, สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง, ณิชกานต์ นเรวุฒิกุล, วรางคนา โชติเศรษฐี, ยุรวรรณ อนันตนมณี, พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์, ปราสาททอง พรหมเกิด, วัชรี วิทยวรรณกุล และดาราพร รินทะรักษ์. 2559. การบริหารศัตรูกล้วยไม้แบบผสมผสาน. วารสารกีฏและสัตววิทยา. 34(1): 2-16.

สุวัฒน์ กุลธนปรีดา. 2550. วิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติ. สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. กรุงเทพฯ. 375 หน้า.

โครงการวิจัยที่ 3 วิจัยและพัฒนาเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชสำหรับกล้วยไม้ตัดดอกแบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2552. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์เรื่องกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร: การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงคัดบรรจุดอกกล้วยไม้. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 126 ตอนพิเศษ 186ง วันที่ 28 ธันวาคม 2552

กันตภณ พลิ้วไธสง. 2557. เครื่องคัดแยกวัตถุอัตโนมัติตามสายพานลำเลียง: วารสารวิจัย ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2557.ค้นเมื่อ 15 เมษายน 2561, จาก http://old.rmutto.ac.th/fileupload/Wannasa%20Balsong61411Kantapon.pdf

กันตภณ พลิ้วไธสง. 2559. เครื่องคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงควบคุมด้วยอาดูโน: สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. ค้นเมื่อ 15 เมษายน 2561, จาก http://apheit.siam.edu/jounal/science-22-1/02kantapon.pdf

กรมวิชาการเกษตร

กลุ่มบริหารศัตรูพืช. 2554. แมลงศัตรูผัก เห็ด และไม้ดอก. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. พิมพ์ครั้งที่ 1.

กลุ่มบริหารศัตรูพืช. 2558. การจัดการเพลี้ยไฟในสวนกล้วยไม้. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

กลุ่มบริหารศัตรูพืช. 2560. คู่มือการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชสำหรับการผลิตผักเพื่อการส่งออกกลุ่มสหภาพยุโรปฉบับปรับปรุงแก้ไข. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. พิมพ์ครั้งที่ 3.

เกรียงไกร แซมสีม่วง, เกียรติศักดิ์ แสงประดิษฐ์ และอภิรัฐ ปิ่นทอง. 2559. การพัฒนาระบบตรวจสอบโรคกล้วยไม้ควบคุมระยะไกลร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อควบคุมการให้สารเคมีแบบแม่นยำสำหรับโรงเรือนมาตรฐาน. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 ประจำปี 2559. (หน้า 7-20).

ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์. 2555. การศึกษาและพัฒนาการตรวจหาศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ ใน: รายงานความก้าวหน้ากรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2555.

ศรีสุดา โท้ทอง. 2554. ผลของสารบางชนิดในการกำจัดเพลี้ยไฟในดอกกล้วยไม้. ค้นเมื่อ 25 เมษายน 2561 จาก https://thothongsri.blogspot.com/2012/06/thrips-palmi.html

ศูนย์บริหารจัดการเครือข่ายข้อมูลกล้วยไม้. ม.ป.ป. แมลงและไรศัตรูที่สำคัญและการป้องกันกำจัด. ค้นเมื่อ 25 เมษายน 2561 จาก http://orchidnet.doae.go.th/2555/home/technic_orchid.php?c=1&d=20&id=93

สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 2560. สินค้ากล้วยไม้.ค้นเมื่อ 15 มกราคม 2561, จาก http://www.ditp.go.th/content_attach/165775/165775.pdf

Chen, P., 1996. Quality evaluation technology for agricultural products. An Invited Paper presented in the International Conference of Agricultural Machinery Engineering, November 12–15, 1996, Seoul, Korea, pp. 11.

กรมวิชาการเกษตร

ตารางและภาพของโครงการวิจัยที่ 1

ตารางของโครงการวิจัยที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพของก้อนวัสดุปลูกที่อัตราส่วนผสมต่างๆ

วัสดุปลูก	ความหนาแน่น (g/cm^3)	การอุ้มน้ำ (%/m)
1. กระถิน+ปูนซีเมนต์	1.49a	30.63b
2. ทางปาล์มน้ำมัน+ปูนซีเมนต์	1.47a	42.64a
3. กระถิน+ปูนซีเมนต์(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 20%)	1.45a	32.45b
4. กระถิน+ปูนซีเมนต์(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 30%)	1.44a	33.67b
5. กระถิน+ปูนซีเมนต์(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 40%)	1.42a	35.28b
6. ทางปาล์มน้ำมัน+ปูนซีเมนต์(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 20%)	1.46a	43.35a
7. ทางปาล์มน้ำมัน+ปูนซีเมนต์(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 30%)	1.43a	44.53a
8. ทางปาล์มน้ำมัน+ปูนซีเมนต์(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 40%)	1.41a	45.69a

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของกล้วยไม้ในวัสดุปลูกแต่ละชนิดอายุปลูก 9 เดือน

วัสดุปลูก	หน่อกล้วยไม้เดิม			หน่อกล้วยไม้ใหม่			รากกล้วยไม้เดิม		รากกล้วยไม้ใหม่		ใบกล้วยไม้			ใบหน่อใหม่		
	จำนวน (หน่อ)	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	จำนวน (หน่อ)	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	จำนวน (ราก)	ยาว (ซม.)	จำนวน (ราก)	ยาว (ซม.)	จำนวน (ใบ)	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	จำนวน (ใบ)	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)
กระถิน+ปูนซีเมนต์	3	1.89a	28.3a	1	1.24a	5.5a	11.7a	5.01a	4	2ab	6	4.6a	10.4a	4	2.5a	3.9
ทางปาล์มน้ำมัน+ปูนซีเมนต์	3	1.87a	29.5a	1	1.19a	5.2a	11.4a	5.35a	4	1.8b	5	4.63a	11.9a	3	2.0a	3.1a
กระถิน+(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 20%)	3	1.81a	28.0a	1	1.20a	5.0a	11.1a	4.52a	4	2.0a	6	4.55a	10.2a	3	2.4a	3.5

กรมวิชาการเกษตร

กระถิน+(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 30%)	3	1.84a	28.1a	1	1.18a	5.2a	11.3a	4.65a	4	1.9a	5	4.48a	9.7a	4	2.5a	3.6
กระถิน+(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 40%)	3	1.88a	28.1a	1	1.19a	5.1a	11.2a	4.44a	4	1.9a	6	4.41a	9.6a	4	2.35a	3.4
ทางปาล์ม(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 20%)	3	1.79a	28.3a	1	1.18a	5.1a	11.0a	5.12a	3	1.7a	5	4.35a	11.9a	3	1.89a	3.0
ทางปาล์ม(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 30%)	3	1.82a	28.5a	1	1.19a	5.2a	10.9a	5.23a	4	1.8a	5	4.32a	11.2a	4	1.94a	2.95
ทางปาล์ม(เถ้าลอยแทนปูนซีเมนต์ 40%)	3	1.86a	28.2a	1	1.18a	5.0a	11.2a	5.09a	4	1.8a	6	4.38a	11.6a	4	1.88a	2.89

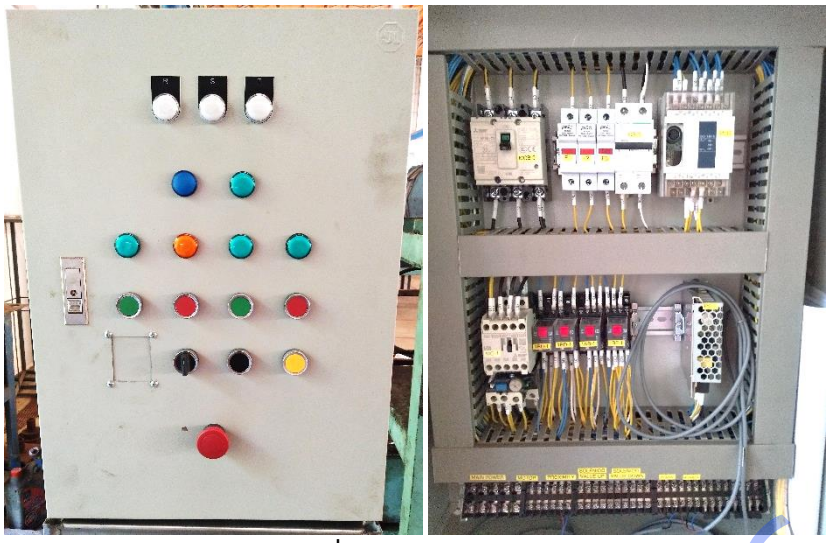
กรมวิชาการเกษตร

ภาพของโครงการวิจัยที่ 1

ภาพที่ 1 การประกอบขึ้นโครงสร้างเครื่องต้นแบบ

ภาพที่ 2 ชุดระบบไฮดรอลิค

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 3 ตู้ควบคุมด้วย PLC

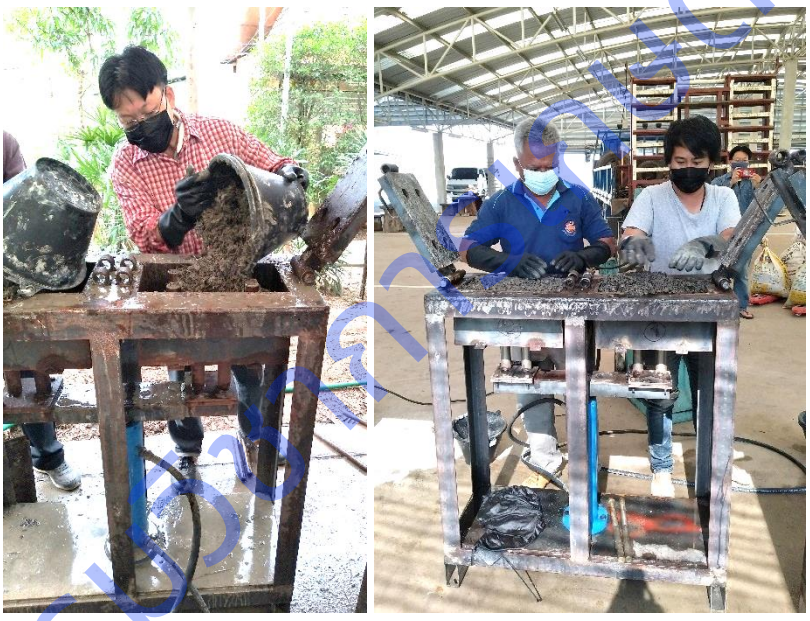
ภาพที่ 4 เถ้าลอย (Fly ash)

ภาพที่ 5 ทางปาล์มน้ำมันสับย่อย

ภาพที่ 6 ต้นกระถินสับย่อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ภาพที่ 7 ก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ที่ทดสอบอัด



ภาพที่ 8 การทดสอบเครื่องต้นแบบ ณ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

ภาพที่ 9 วัสดุปลูกกล้วยไม้ทีอัดขึ้นรูป

ภาพที่ 10 ติดแท็คที่ก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้

ภาพที่ 11 ก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้พร้อมสำหรับการทดลองปลูกกล้วยไม้

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 12 วัสดุปลูกกล้วยไม้ที่ทำการทดลองปลูกกล้วยไม้

ภาพที่ 13 แปลงกล้วยไม้ที่ทำการทดลองปลูกและเก็บข้อมูล

ภาพที่ 14 เครื่องผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้

กรมวิชาการเกษตร

ตารางและภาพของโครงการวิจัยที่ 2

ตารางของการทดลองที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความสามารถในการตรวจสอบของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้เปรียบเทียบกับแรงงานคน

No. Orchid (clump)	Thrips			The quantity of position damaged by orchid midge			Detection of prototype (second/ clump)	Detection of human labors (second/ clump)
	Real value	prototype	human labors	Real value	prototype	human labors		
1	5	5	5	0	0	0	25	46
2	2	2	2	1	1	1	24	43
3	7	5	7	1	1	1	28	52
4	0	0	0	0	0	0	20	41
5	8	7	7	2	2	2	28	62
6	3	3	3	3	2	2	24	45
7	0	0	0	2	2	2	22	42
8	6	4	5	1	1	1	26	58
9	9	7	8	2	1	2	29	76
10	0	0	0	0	0	0	21	42
11	7	5	6	2	2	2	26	52
12	4	4	4	1	1	1	24	48
13	9	7	8	2	2	2	28	65
14	0	0	0	2	2	2	22	48
15	0	0	0	0	0	0	20	44
16	6	5	5	2	2	2	26	55
17	9	8	8	2	2	2	28	69
18	8	6	7	2	1	2	27	68
19	0	0	0	3	2	2	25	47
20	7	5	6	1	1	1	27	54
21	0	0	0	0	0	0	22	46
22	4	3	2	1	1	1	25	49
23	3	3	1	2	2	2	24	50
24	6	5	3	1	1	1	28	55
25	0	0	0	2	2	1	24	48
26	8	6	4	0	0	0	26	62
27	7	6	4	2	1	1	27	61
28	0	0	0	2	2	1	24	48

กรมวิชาการเกษตร

29	5	4	2	1	1	0	26	56
30	9	7	3	2	2	1	27	69
Sum	132	107	100	42	37	35	753	1,601
Error		25	32		5	7		
Mean							25.10	53.37
T-test		0.32^{NS}			0.33^{NS}		15.91^{*}	

Note: * = significant at 5% level, NS = not significant

กรมวิชาการเกษตร

ภาพของการทดลองที่ 1

ภาพที่ 1 ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ที่ติดตั้งในโรงเรือน

กรมวิชาการเกษตร

ตารางของการทดลองที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความสามารถในการตรวจสอบของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้เปรียบเทียบกับแรงงานคน

No. Orchid (clump)	Thrips			The quantity of flower damaged by orchid midge			Detection of prototype (second/ clump)	Detection of human labors (second/ clump)
	Real value	prototype	human labors	Real value	prototype	human labors		
1	1	1	1	0	0	0	22	43
2	0	0	0	1	1	1	24	45
3	1	1	1	0	0	0	22	44
4	0	0	0	0	0	0	20	39
5	2	2	2	1	1	1	29	62
6	0	0	0	0	0	0	21	42
7	0	0	0	0	0	0	22	40
8	0	0	0	0	0	0	23	42
9	1	0	1	0	0	0	24	46
10	0	0	0	0	0	0	22	44
11	0	0	0	1	1	1	26	49
12	0	0	0	1	1	1	24	48
13	1	0	1	0	0	0	28	56
14	0	0	0	0	0	0	22	46
15	2	2	2	0	0	0	28	57
16	0	0	0	2	1	2	26	58
17	1	1	0	2	2	2	27	51
18	0	0	0	0	0	0	25	47
19	2	2	1	0	0	0	29	61
20	0	0	0	1	1	1	24	49
21	1	1	1	0	0	0	24	47
22	0	0	0	0	0	0	23	48
23	2	2	1	0	0	0	27	56
24	0	0	0	1	1	1	24	50
25	0	0	0	2	2	1	27	54
26	1	1	1	0	0	0	24	49
27	0	0	0	0	0	0	22	44
28	0	0	0	0	0	0	24	48
29	1	1	0	1	1	0	28	57

กรมวิชาการเกษตร

30	0	0	0	2	2	1	27	59
Sum	16	14	12	15	14	12	738	1,481
Error		2	4		1	3		
Mean							24.60	49.37
T-test		0.38^{NS}			0.40^{NS}		19.78*	

Note: * = significant at 5% level, NS = not significant

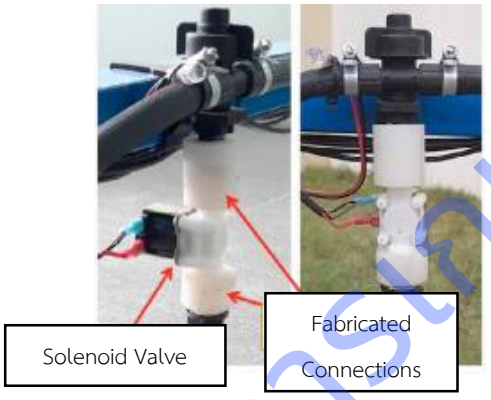
ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการตัดสินใจพ่นสารเคมี และการฉีดพ่นสารเคมี spinetoram และ thiamethoxam โดยเครื่องเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคน

Decision for spraying the spinetoram (clump)			Decision for spraying the thiamethoxam (clump)			Using the spinetoram (liter/rai)		Using the thiamethoxam (liter/rai)		Time for spraying (minute)	
Real value	Prototype	human labors	Real value	Prototype	human labors	prototype	human labors	prototype	human labors	prototype	human labors
21	23	26	16	17	16	120.65	164.78	120.67	172.61	69.12	74.25
Error	2	4		1	0						

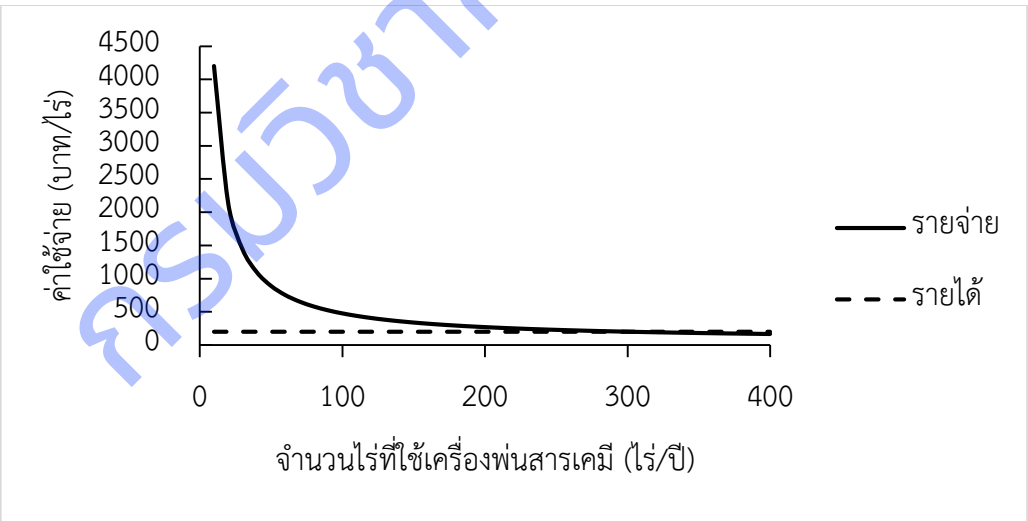
กรมวิชาการเกษตร

ภาพของการทดลองที่ 2

ภาพที่ 1 ระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้ที่ติดตั้งในโรงเรือน



ภาพที่ 2 วาล์วโซลินอยด์ติดตั้งพร้อมกับหัวฉีด



ภาพที่ 3 แสดงจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางและภาพของโครงการวิจัยที่ 3

ตารางของโครงการวิจัยที่ 3

ตารางที่ 1 ความแม่นยำของการจำแนกหมวดหมู่ก่อนทำการเพิ่มข้อมูลและหลังทำการเพิ่มข้อมูล

หมวดหมู่	ความแม่นยำของการจำแนก (ก่อนทำการเพิ่มข้อมูล)	ความแม่นยำของการจำแนก (หลังทำการเพิ่มข้อมูล)
เพลี้ยไฟ	24.32% (9/37)	59.76% 147/246
บั่วกล้วยไม้	10.64% (5/47)	79.07% 238/301
หนอนกระทู้ผัก	44.83% (39/87)	83.82% 435/519
ไม่พบแมลง	97.01% (1104/1138)	86.99% 990/1138

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบจำแนกหมวดหมู่

ครั้งที่	หนอนกระทู้ผัก	บั่วกล้วยไม้	เพลี้ยไฟ	ไม่พบแมลง
1	77.5%	70.0%	67.0%	72.0%
2	62.0%	93.5%	66.5%	82.5%
3	92.0%	93.5%	79.0%	83.0%
4	83.5%	93.0%	67.5%	66.5%
5	87.0%	90.0%	41.5%	79.5%
6	77.5%	95.0%	56.5%	65.0%
7	79.0%	93.0%	56.0%	88.5%
8	91.5%	84.0%	73.0%	80.0%
9	84.5%	82.5%	76.5%	81.5%
10	81.0%	86.5%	62.5%	90.5%

กรมวิชาการเกษตร

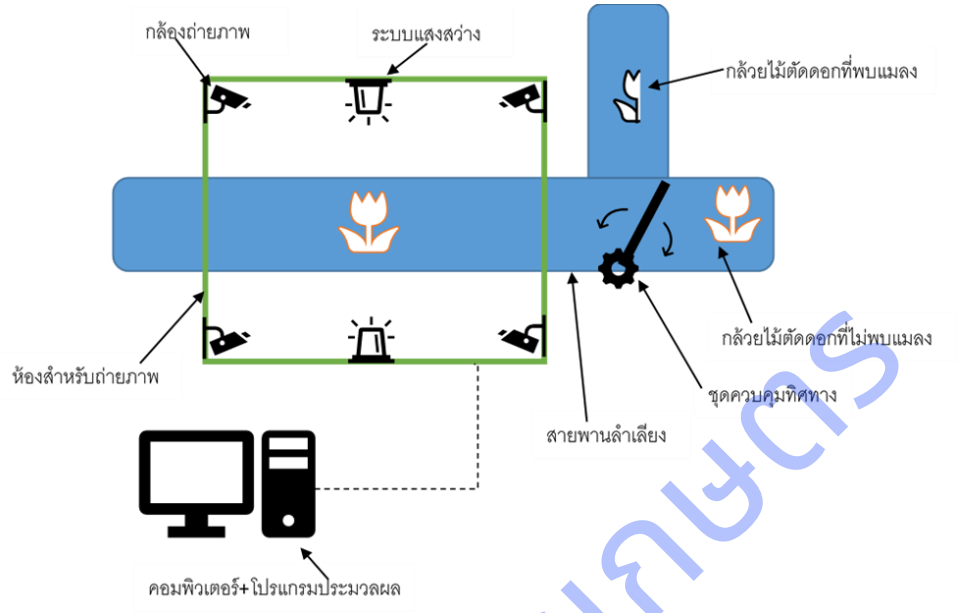
ค่าเฉลี่ย	81.6%	88.1%	64.6%	78.9%
S.D.	0.081	0.073	0.106	0.082

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชสำหรับกล้วยไม้ตัดดอกแบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ

ครั้งที่	**หนอนกระทู้ผัก**	**บั่วกล้วยไม้**	**เพลี้ยไฟ**	**ไม่พบแมลง**
1	56.0%	75.5%	40.5%	40.0%
2	74.0%	74.5%	38.0%	39.0%
3	82.5%	71.5%	41.0%	39.5%
4	88.5%	66.0%	46.5%	31.5%
5	81.5%	69.5%	36.0%	48.0%
6	92.5%	72.0%	17.5%	40.0%
7	87.5%	63.0%	31.0%	33.5%
8	77.0%	63.5%	38.5%	37.0%
9	66.5%	62.0%	63.0%	40.5%
10	80.0%	62.5%	45.5%	42.0%
ค่าเฉลี่ย	78.6%	68.0%	39.8%	39.1%
S.D.	0.104	0.049	0.110	0.043

กรมวิชาการเกษตร

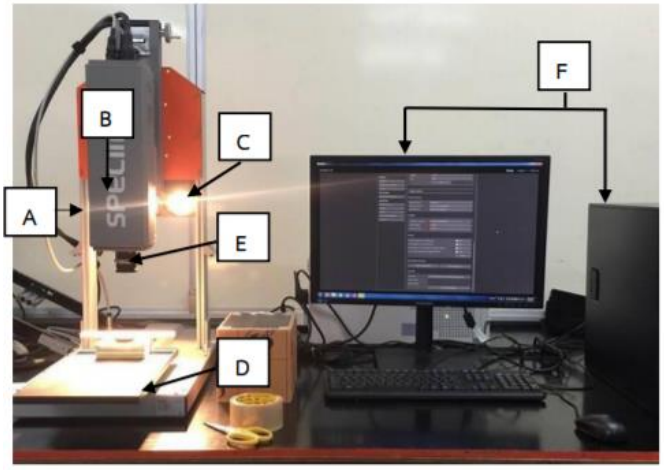
ภาพของโครงการวิจัยที่ 3



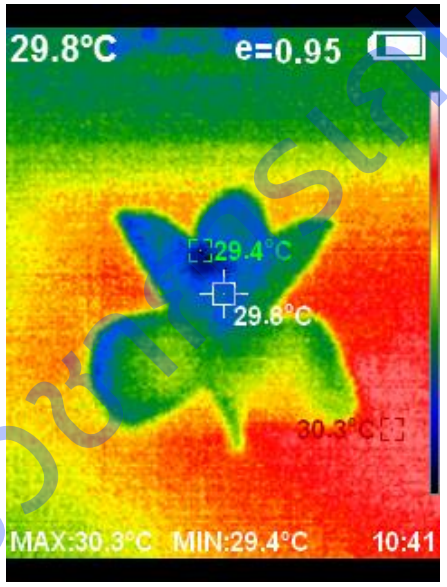
ภาพที่ 1 แบบร่างของเครื่องต้นแบบ (Conceptual Design)

ภาพที่ 2 Thermal imaging camera

กรมวิชาการเกษตร

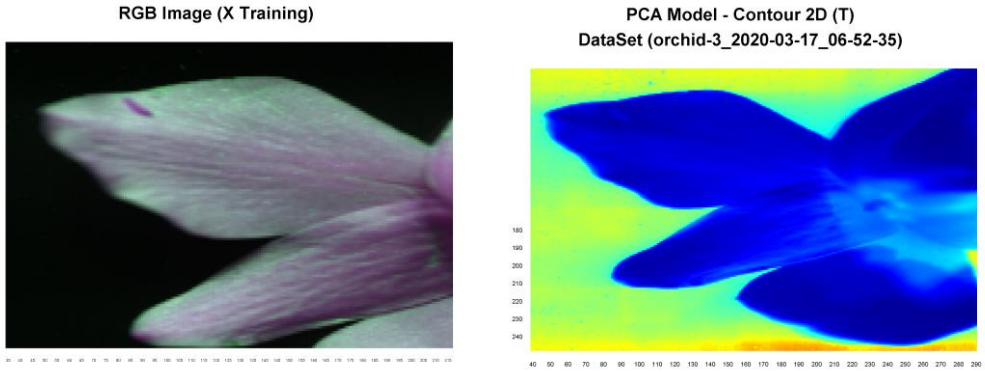


ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของระบบ NIR-HSI ประกอบไปด้วย กล้อง CCD [A], Spectrograph [B], แหล่งให้แสง (ทังสเตน-ฮาโลเจน 20 วัตต์) [C], ถาดเลื่อน (Translation state) [D], เลนส์กล้อง [E], คอมพิวเตอร์ [F]

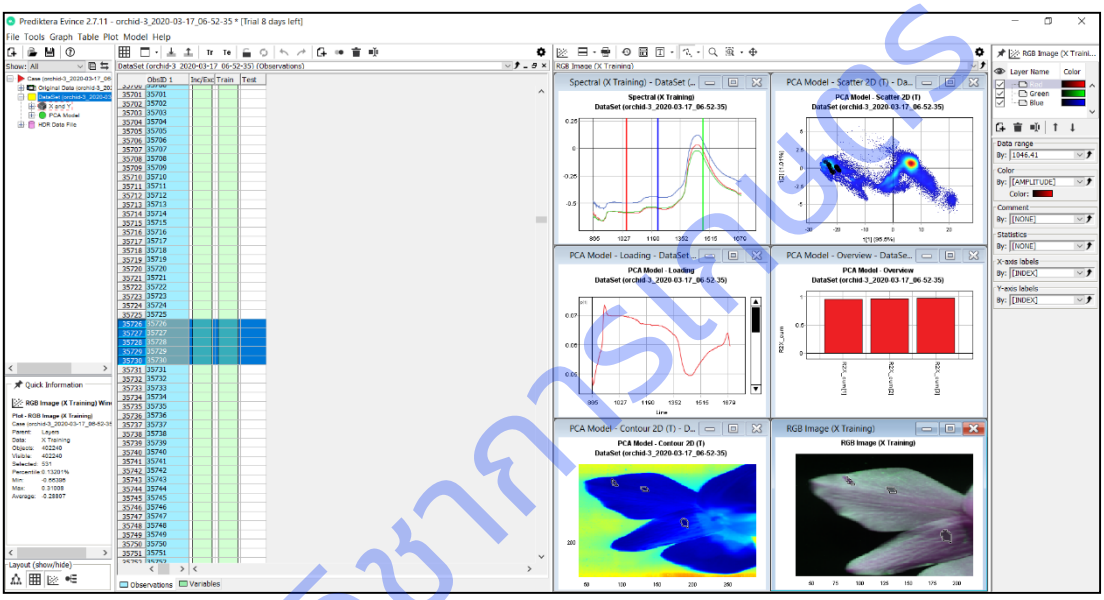


ภาพที่ 4 ภาพความร้อนของดอกกล้วยไม้และหนอนกระทู้ระยะที่ 1 และ 2

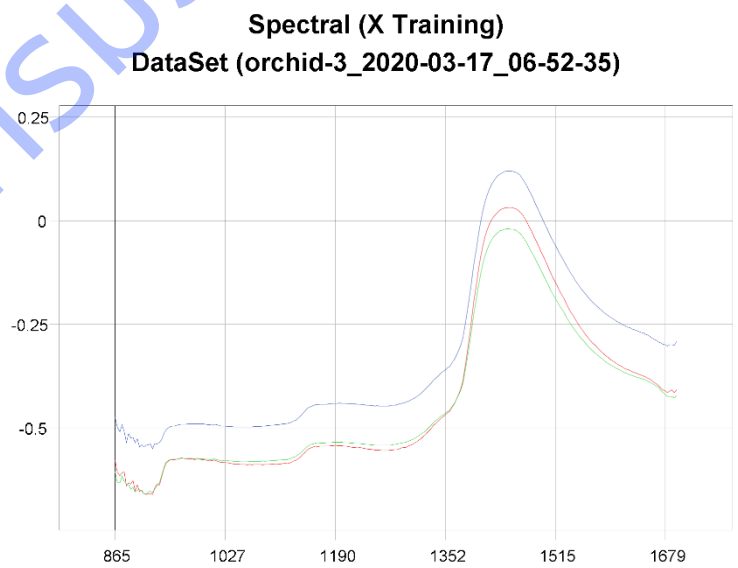
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 5 ภาพจากกล้อง Hyper spectral camera ประมวลผลแบบ RGB (ซ้าย)
ประมวลผลแบบสเปกตรัม (ขวา)

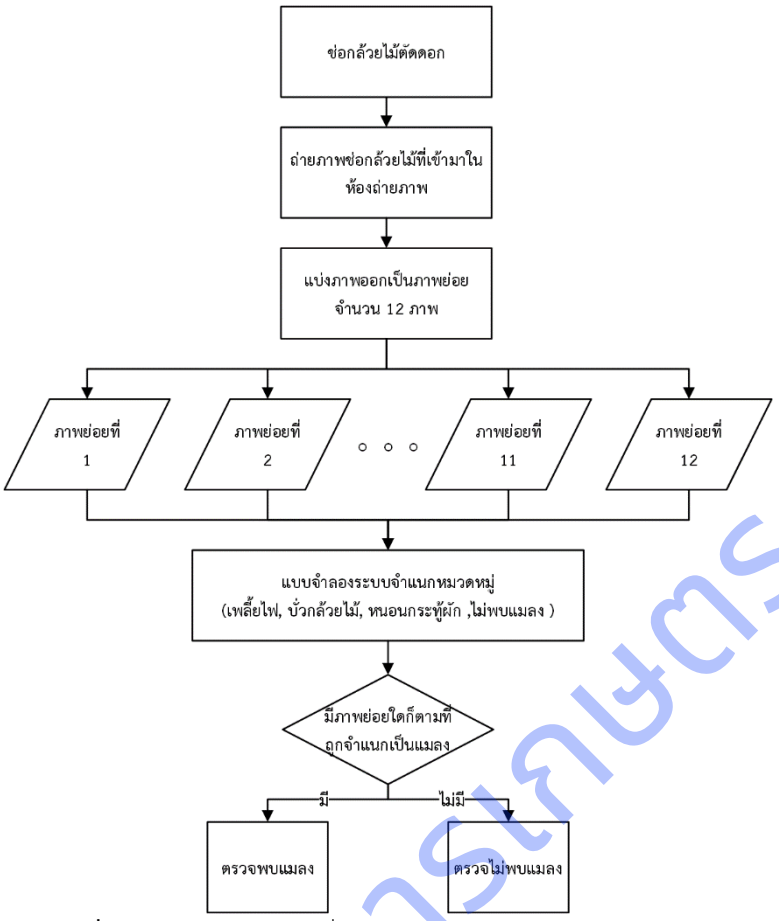


ภาพที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Evince

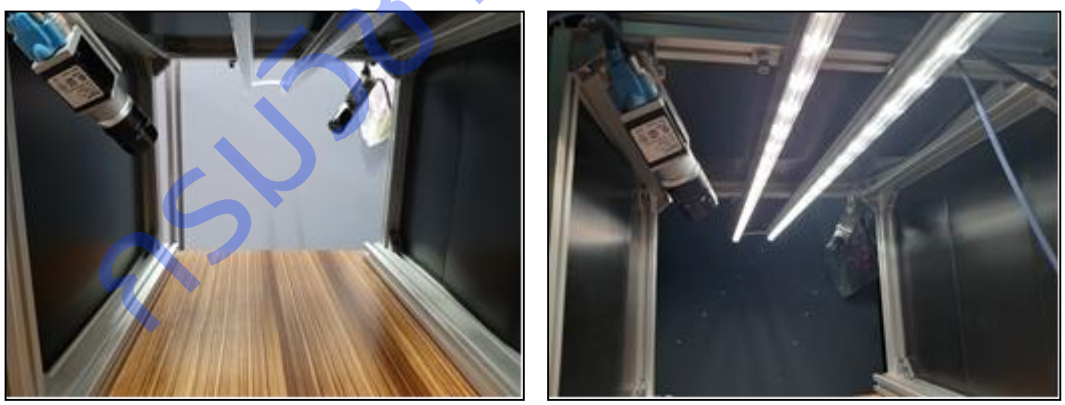


ภาพที่ 7 ข้อมูลการดูดกลืนแสงของตัวอย่างหนอนกระทู้ (แดง) และดอกกล้วยไม้ (เขียว,น้ำเงิน)

กรมวิชาการเกษตร



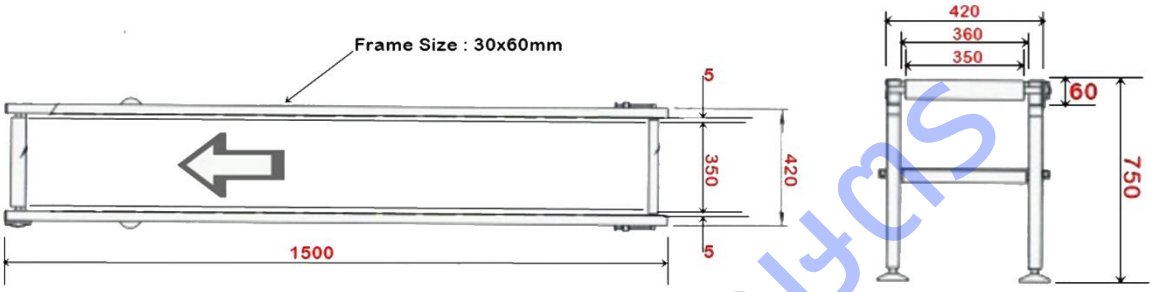
ภาพที่ 8 ผังการทำงานของเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ตัดดอก



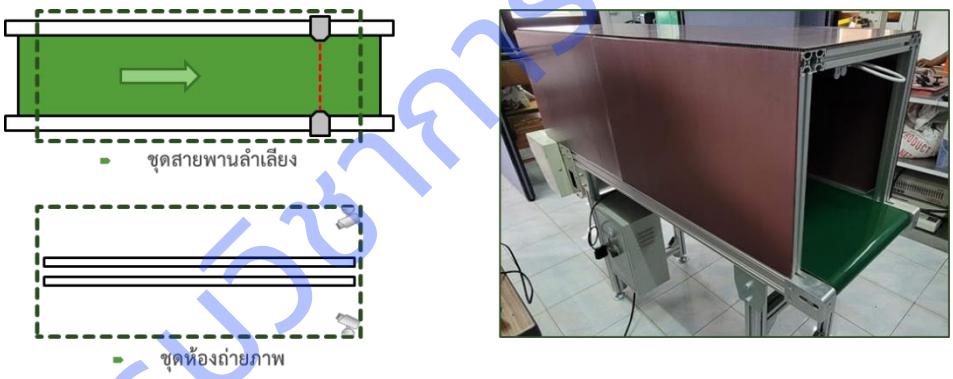
ภาพที่ 9 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในของห้องถ่ายภาพ

กรมวิชาการเกษตร

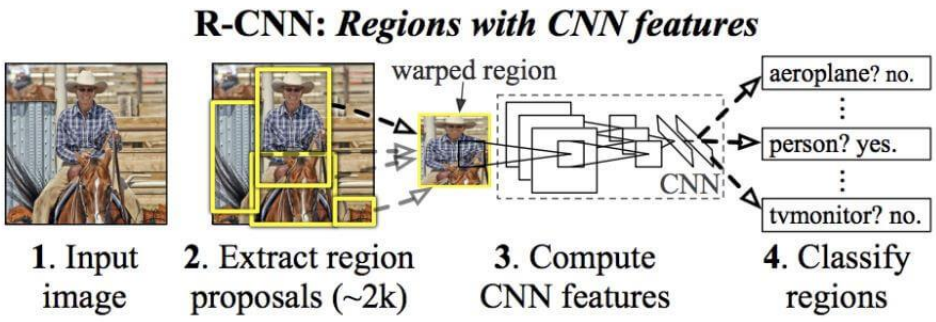
ภาพที่ 10 ตัวอย่างภาพที่ได้จากห้องถ่ายภาพ



ภาพที่ 11 แบบร่างของชุดสายพานลำเลียง



ภาพที่ 12 ชุดสายพานลำเลียงที่ประกอบร่วมกับห้องถ่ายภาพ

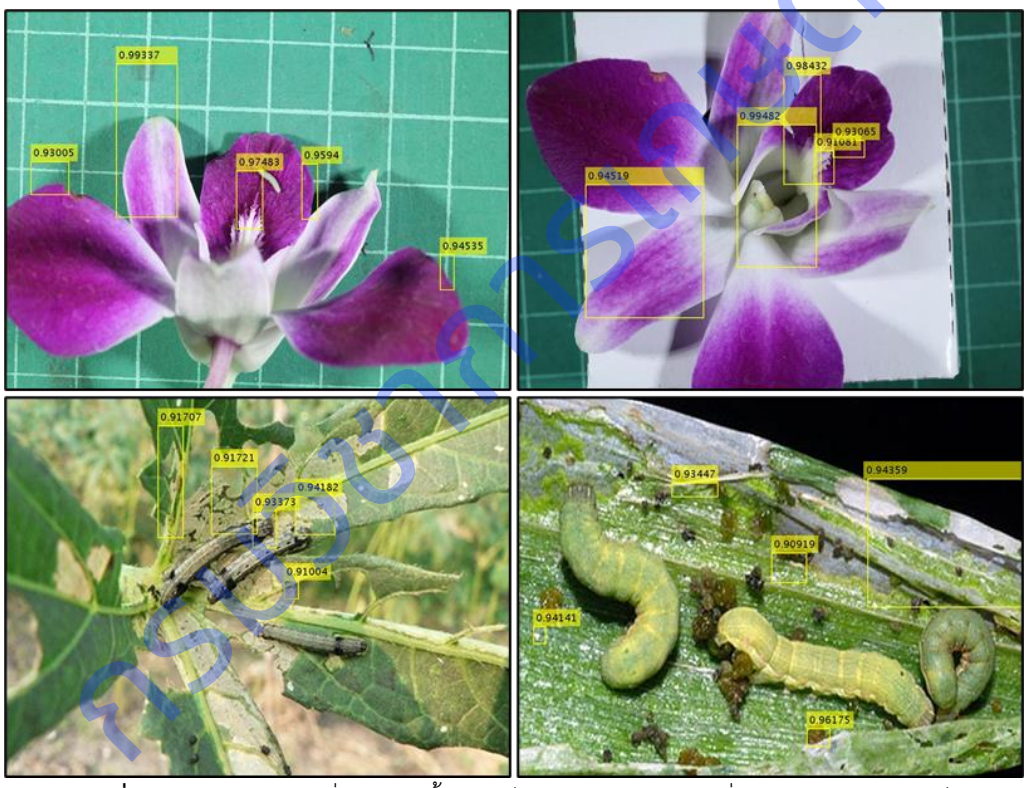


ภาพที่ 13 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทชนิดคอนโวลูชันแบบพื้นที่

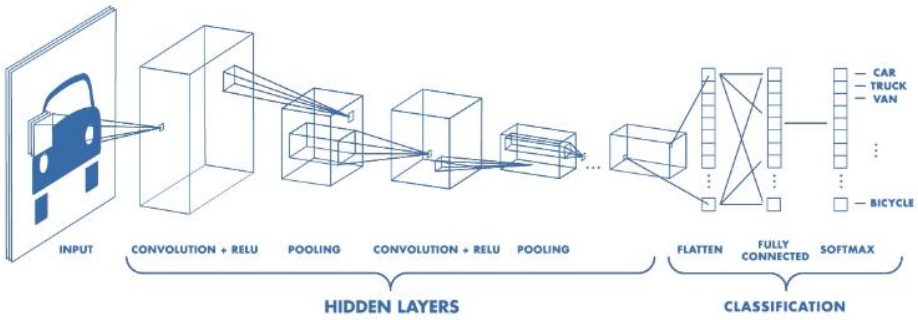
(Region-Based Convolutional Neural Networks, R-CNN)

กรมวิชาการเกษตร

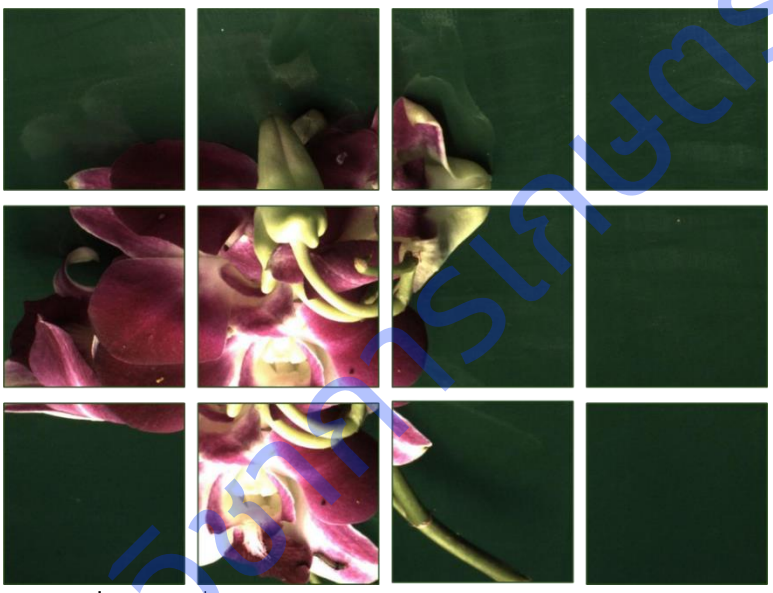
ภาพที่ 14 ทดสอบการทำงานของแบบจำลองตรวจจับวัตถุ



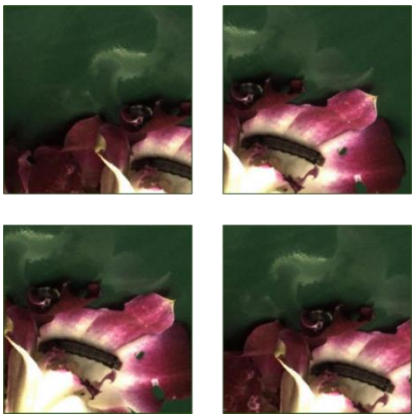
ภาพที่ 15 ผลการตรวจจับที่ตรวจพบพื้นหลังเป็นแมลงหลังจากการเพิ่มข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต



ภาพที่ 16 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทชนิดคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Networks, CNN)



ภาพที่ 17 ภาพที่ได้จากกระบวนการแบ่งภาพ (Image Segmentation)



ภาพที่ 18 ภาพที่ได้จากกระบวนการเพิ่มข้อมูลด้วยวิธีการเลื่อนขนาน (Translation)

กรมวิทยาศาสตร์

ภาคผนวก

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตวัสดุปลูกชีวภาพระดับเชิงพาณิชย์สำหรับกล้วยไม้

ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1.การคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายของการผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้

กำหนดให้

- ราคาเครื่องมือผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ 180,000 บาท
- อายุการใช้งาน 10 ปี
- มูลค่าซาก 1% ของราคาเครื่อง 1,800 บาท
- ค่าซ่อมบำรุงเครื่อง 3,600 บาท/ปี
- อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ 8 เปอร์เซ็นต์/ปี
- ค่าจ้างแรงงาน 300 บาท/วัน
- ค่าไฟฟ้า 3.00 บาท/หน่วย

<u>ต้นทุนคงที่</u>

- *ค่าเสื่อมราคาเครื่อง*

สมการค่าเสื่อมราคาเครื่องแบบเส้นตรง (P-L)/N

โดย P = ราคาซื้อเครื่องจักร, บาท

L = ราคาซากเครื่องจักร, บาท

N = อายุการใช้งาน, ปี

ค่าเสื่อมราคาของเครื่องมือผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ = (180,000-1,800)/10 บาท/ปี

= 17,820 บาท/ปี

- *ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน*

สมการค่าดอกเบี้ย [(P+L)/2] x (i/100)

โดย i = อัตราดอกเบี้ย/ปี, เปอร์เซ็นต์

ค่าดอกเบี้ยลงทุนเครื่องมือผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ = [(180,000+1,800)/2] x (8/100) บาท/ปี

= 7,272บาท/ปี

ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม = ค่าเสื่อมราคาเครื่อง + ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน

กรมวิชาการเกษตร

= 17,820 + 7,272 บาท/ปี

= 25,092 บาท/ปี

<u>ต้นทุนผันแปร</u>

- ค่าวัสดุทางการเกษตรหั่นย่อย (กระถิน,ทางปาล์มน้ำมัน)

= ค่าแรงงานในการตัด รวบรวม และหั่นย่อยวัสดุทางการเกษตร

ค่าแรงงานในการตัดและรวบรวมวัสดุทางการเกษตร 300 บาท/วัน/คน

ใช้แรงงานทั้งหมด 2 คน ดังนั้นต้นทุนค่าแรงงานในการตัดและรวบรวมวัสดุทางการเกษตร

= 600 บาท/วัน

= ค่าแรงงานในการหั่นย่อยวัสดุทางการเกษตร 300 บาท/วัน/คน

เครื่องมือผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ต้นแบบสามารถผลิตวัสดุปลูกได้มากสุด 100 ก้อน/ชม ใช้วัสดุทางการเกษตรหั่นย่อย 1 กิโลกรัม/ก้อน ทำงานวันละ 8 ชม

ดังนั้นต้องใช้วัสดุปลูกหั่นย่อย 30x1x8 = 800 กิโลกรัม/วัน

เครื่องหั่นย่อยมีความสามารถในการทำงาน 300 กิโลกรัม/ชม. ใช้แรงงาน 1 คน ในการปฏิบัติงาน

ดังนั้นทำงาน 0.5 วัน ต้นทุนค่าแรงงานในการหั่นย่อย = 0.5 วัน x 300 บาท/วัน/คน x 1 คน

= 150 บาท/วัน

ค่าเชื้อเพลิงเครื่องหั่นย่อย 2.5 ลิตร/ชั่วโมง ใช้เวลาในการทำงาน 0.8 ชม.เพื่อหั่นย่อยวัสดุ

ให้ได้ 80 กก/วัน โดยค่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 23 บาท/ลิตร

ดังนั้น ต้นทุนค่าเชื้อเพลิง = 2.5 ลิตร/ชั่วโมง x 2.6 ชั่วโมง/วัน x 23 บาท/ลิตร

= 149.5 บาท/วัน

รวมค่าใช้จ่ายวัสดุทางการเกษตรหั่นย่อย = 600+150+149.5 = *899.5 บาท/วัน*

- ค่าใช้จ่ายในการผสมตัวประสานปูนซีเมนต์กับวัสดุทางการเกษตร

= ค่าแรงงานในการผสมตัวประสานปูนซีเมนต์กับวัสดุทางการเกษตร ใช้แรงงาน 1 คน

ดังนั้นต้นทุนค่าแรงงาน = 300 บาท/วัน/คน x 1 คน

= 300 บาท/วัน

= ค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องผสมตัวประสานกับวัสดุทางการเกษตร

เครื่องผสมมีความสามารถในการผสมวัสดุทางการเกษตร 100 กิโลกรัม/ชม. ดังนั้นต้องใช้เวลา 8 ชม. เพื่อผสมวัสดุกับตัวประสานทั้งหมด 800 ก.ก.

กรมวิชาการเกษตร

ใช้พลังงานไฟฟ้าขณะทำงาน 8.7 A แรงดัน 220 โวลต์ คิดเป็น 1.914 กิโลวัตต์ ทำงานวันละ 8 ชม. ดังนั้นใช้พลังงานไฟฟ้า 12.77 กิโลวัตต์/วัน หรือ 12.77 หน่วย/วัน อัตราค่าไฟฟ้า 3.00 บาท/หน่วย

ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องผสม = 12.77 หน่วย/วัน x 3.00 บาท/หน่วย

= 38.31 บาท/วัน

= ค่าตัวประสานปูนซีเมนต์

วัสดุปลูก 1 ก้อน ใช้ตัวประสานปูนซีเมนต์ 2 กิโลกรัม ,เครื่องอัดก้อนวัสดุปลูกมีความสามารถในการผลิตได้ 800 ก้อน/วัน ดังนั้นต้องใช้ปูนซีเมนต์ 1600 ก.ก./วัน และราคาปูนซีเมนต์ 3 บาท/ก.ก.

ดังนั้นค่าใช้จ่ายตัวประสานปูนซีเมนต์ = 1,600 ก.ก./วัน x 3 บาท/ก.ก.

= 4,800 บาท/ก.ก.

ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการผสมตัวประสานปูนซีเมนต์กับวัสดุทางการเกษตร = 300+38.31+4,800

= *5,138.31 บาท/วัน*

- ค่าใช้จ่ายในการอัดก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ด้วยเครื่องต้นแบบ

= ค่าแรงงานในการอัดก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ใช้แรงงาน 1 คน

ดังนั้นต้นทุนค่าแรงงาน = 300 บาท/วัน/คน x 1 คน

= 300 บาท/วัน

= ค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องมือผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้

เครื่องมือผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ใช้พลังงานไฟฟ้าขณะทำงาน 4.3 A แรงดัน 380 โวลต์ ทำงานวันละ 8 ชม. ดังนั้นใช้พลังงานไฟฟ้า 13.07 กิโลวัตต์/วัน หรือ 13.07 หน่วย/วัน อัตราค่าไฟฟ้า 3.00 บาท/หน่วย

ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องผสม = 13.07 หน่วย/วัน x 3.00 บาท/หน่วย

= 39.21 บาท/วัน

ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการอัดก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ด้วยเครื่องต้นแบบ= 300+39.21 = *339.21 บาท/วัน*

ต้นทุนผันแปรรวม = 899.5+5,138.31+339.21 บาท/วัน

= 6,377.02 บาท/วัน

ทำงาน 365 วัน/ปี ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม = 6,377.02 บาท/วัน x 300 วัน/ปี

= **1,913,106** บาท/ปี

ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งหมด = 25,092 + 1,913,106บาท/ปี

= **1,938,198** บาท/ปี

กรมวิชาการเกษตร

ระยะเวลา 1 ปี เครื่องอัดก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้สามารถทำงานได้ = 240,000 ก้อน/ปี

ดังนั้น ต้นทุนค่าใช้จ่ายของการผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ = (1,938,198บาท/ปี)/(240,000 ก้อน/ปี)

= 8 บาท/ก้อน

2 การคำนวณจุดคุ้มทุนจากการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ด้วยเครื่องต้นแบบ

- ราคาขายก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ 9 บาท/ก้อน
- เครื่องมือผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้มีความสามารถในการผลิตได้ 292,000 ก้อน/ปี

ดังนั้นมีรายได้ = 9 บาท/ก้อน x 240,000 ก้อน/ปี

= 2,160,000 บาท/ปี

ดังนั้นมีกำไรจากการจำหน่ายก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้

= 2,160,000 – 1,938,198 บาท/ปี

= 221,802 บาท/ปี

- หาจุดคุ้มทุนจากการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ด้วยเครื่องต้นแบบ

รายรับ = ต้นทุนค่าใช้จ่าย

ดังนั้นได้ว่า 9 บาท/ก้อน x N ก้อน/ปี = 8 บาท/ก้อน x 240,000 ก้อน/ปี

N = ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน , ก้อน/ปี

= (8 x 240,000)/9 ก้อน/ปี

= 213,333 ก้อน/ปี

ดังนั้นจุดคุ้มทุนจากการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ด้วยเครื่องต้นแบบ **= 213,333 ก้อน/ปี**

3 การคำนวณระยะเวลาคืนทุนของการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ด้วยเครื่องต้นแบบ

ระยะเวลาคืนทุนหาได้จากความสัมพันธ์, ระยะเวลาคืนทุน = ราคาเครื่อง/มูลค่าเพิ่ม

= (180,000 บาท)/(221,802 บาท/ปี)

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนของการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ด้วยเครื่องต้นแบบ = 0.81 ปี

ประมาณ = 1 ปี

4 การคำนวณอัตราผลตอบแทนเงินลงทุนของการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ด้วยเครื่องต้นแบบ

อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนหาได้จากความสัมพันธ์,

อัตราผลตอบแทนเงินลง = (มูลค่าเพิ่ม/ราคาเครื่อง) x 100 เปอร์เซ็นต์

= (221,802 บาท/ปี)/180,000 บาท) x100 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

ดังนั้นอัตราผลตอบแทนเงินลงทุนของการผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ด้วยเครื่องต้นแบบ

=123.2 เปอร์เซ็นต์/ปี

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 2 ออกแบบและพัฒนาชุดระบบตรวจสอบแมลงศัตรูสำคัญในกล้วยไม้เพื่อควบคุมการให้สารเคมีตามระบบ IPM

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสำหรับตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสำหรับตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการเก็บข้อมูลเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ รวมถึงลักษณะกล้วยไม้ที่ถูกเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้เข้าทำลายในรูปแบบ image เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการทำ Machine Learning ใน Neural Network ที่สวนกล้วยไม้ชาณธนิต อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม พบว่า

1.1 เพลี้ยไฟ เป็นแมลงจำพวกปากดูด ลักษณะทางกายภาพมีขนาดเล็กลำตัวยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร เมื่อโตเต็มวัยจะมีสีน้ำตาลและมีปีก แสดงในภาพผนวก ก1 ส่วนตัวอ่อนมีสีเหลืองอ่อน ไม่มีปีก แสดงในภาพผนวก ก2 เพลี้ยไฟจะวางไข่บริเวณใบของกล้วยไม้ ระยะเวลาตั้งแต่ตัวอ่อนถึงตัวเต็มวัยนานประมาณ 15 วัน

ภาพผนวก ก1 เพลี้ยไฟตัวเต็มวัย

ภาพผนวก ก2 เพลี้ยไฟระยะตัวอ่อน

กรมวิชาการเกษตร

ลักษณะการทำลายและการระบาด เพลี้ยไฟทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะทำลายกล้วยไม้ โดยใช้ปากเขี่ยดูดน้ำเลี้ยงที่ดอก และก้านช่อดอกทำให้กลีบดอกมีตำหนิ สีดอกจาง เกิดรอยด่างขาวทั่วไปบนกลีบดอก แสดงในภาพผนวก ก 3 พบการระบาดในทุกฤดู โดยเฉพาะในอากาศร้อนแห้งแล้งหรือฝนทิ้งช่วงนานติดต่อกัน

ภาพผนวก ก3 ลักษณะกล้วยไม้ที่ถูกเพลี้ยไฟเข้าทำลาย

1.2 บั่วกล้วยไม้ เป็นแมลงวันชนิดหนึ่ง ลักษณะทางกายภาพตัวเต็มวัยมีลำตัวสีดำ ปีก 1 คู่สีขาวใส แสดงในภาพผนวก ก4 ส่วนระยะตัวหนอนมีสีเหลือง รูปร่างค่อนข้างแบน ขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร แสดงในภาพผนวก ก5 ตัวเต็มวัยจะวางไข่ในเนื้อเยื่อของก้านช่อดอก ระยะเวลาตั้งแต่ตัวหนอนถึงตัวเต็มวัยนานประมาณ 34 วัน

ภาพผนวก ก4 บั่วกล้วยไม้ตัวเต็มวัย

กรมวิชาการเกษตร

ภาพผนวก ก5 บั่วกล้วยไม้ระยะตัวหนอน

ลักษณะการทำลายและการระบาด บั่วกล้วยไม้ในระยะตัวหนอนจะกัดกินกลีบดอกด้านในบริเวณเกสร ทำให้กลีบดอกเกิดอาการผิดปกติ ดอกตูมหยุดการเจริญเติบโต และบิดเบี้ยว ต่อมาดอกจะมีอาการเน่าเหลือง ฉ่ำน้ำ และหลุดร่วงจากช่อดอก แสดงในภาพผนวก ก6 ถ้าการระบาดรุนแรงดอกตูมจะหลุดร่วงอย่างรวดเร็วจนเหลือแต่ก้านดอก พบการระบาดในทุกฤดูโดยเฉพาะในฤดูฝน

ภาพผนวก ก6 ลักษณะกล้วยไม้ที่ถูกบั่วกล้วยไม้เข้าทำลาย

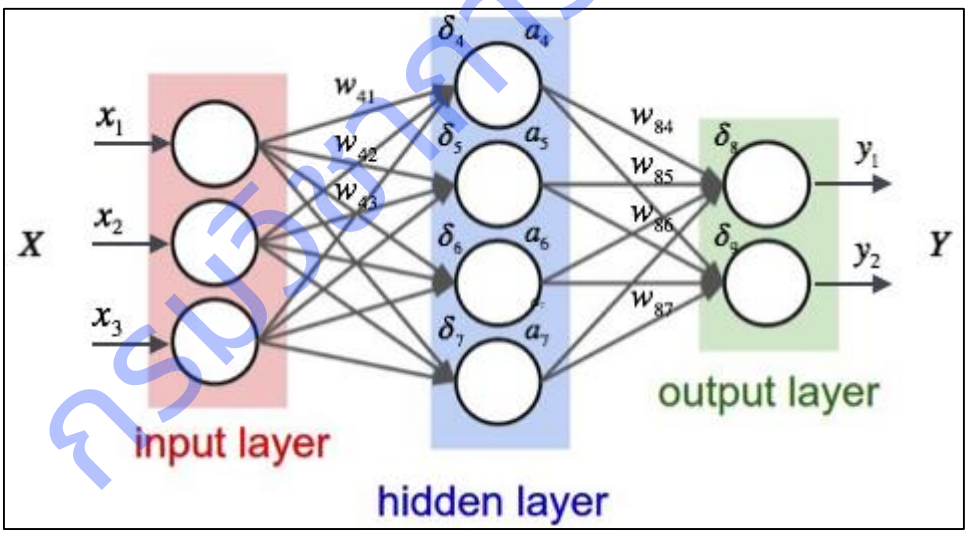
กรมวิชาการเกษตร

นำภาพของเพลี้ยไฟระยะตัวอ่อน และตัวเต็มวัย บั่วกล้วยไม้ระยะตัวหนอน และตัวเต็มวัยรวมถึงลักษณะกล้วยไม้ที่ถูกเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้เข้าทำลายที่เก็บข้อมูลทั้งหมด (ตรงตาม KPIsไตรมาศที่ 1) มาทำการจำแนกรูปภาพ (Image Classification) ซึ่งเป็นงานหนึ่งที่ต้องใช้ความรู้ในการพัฒนาขั้นตอนวิธีเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถ “**จำแนก แยกแยะ จัดประเภทรูปภาพต่างๆ**” ได้ตรงตามความต้องการ

Image Classification จัดเป็น Machine Learning แบบ Supervised Learning กล่าวคือ การที่ให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้รูปภาพต่างๆ โดยมีข้อมูลสำหรับการฝึกเรียนรู้และจำให้กับคอมพิวเตอร์

2. การทำ Machine Learning โดยใช้เทคนิค Deep Learning Model

ในส่วนของขั้นตอนวิธี (Algorithm) ที่จะทำให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้และจดจำรูปภาพ แล้วจำแนกประเภทรูปภาพได้นั้น โครงการวิจัยนี้ใช้ **Neural Network** ซึ่งเป็น Model ที่เลียนแบบโครงข่ายประสาทของมนุษย์ โดยจุดเด่นของ Model นี้ คือสามารถปรับค่าตัวมันเองให้เข้ากับข้อมูล (ข้อมูลชุดฝึกสอน) ที่ได้เรียนรู้ แสดงในภาพผนวก ก7 เมื่อผู้ออกแบบฝึกฝนจนเป็นที่พอใจแล้วสุดท้ายก็จะได้ Model ที่สามารถบอกประเภทของรูปภาพต่างๆ ได้

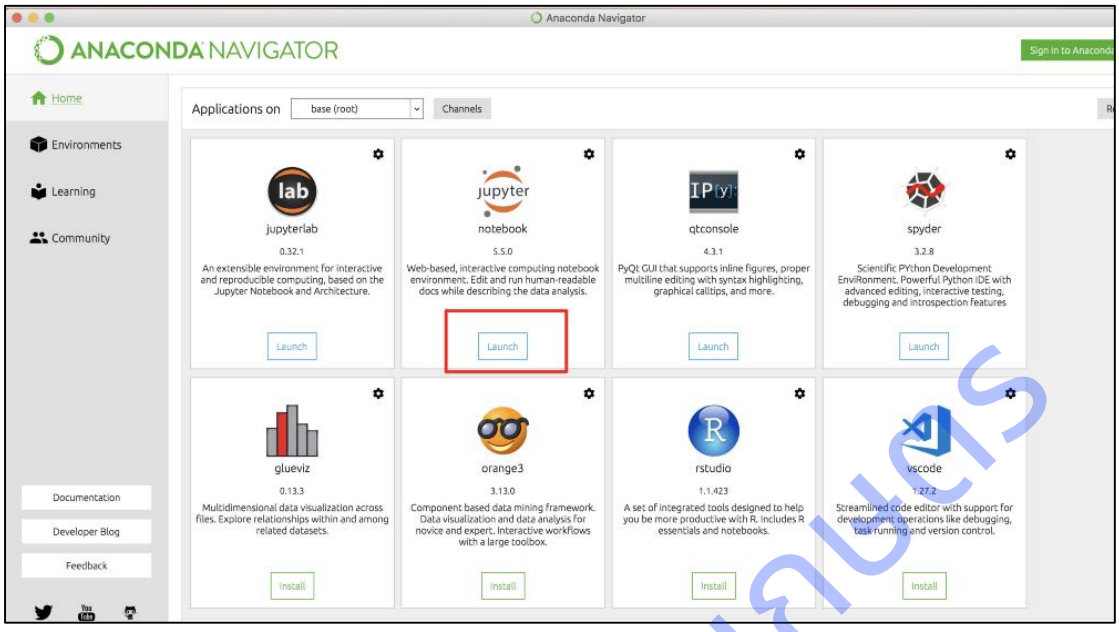


ภาพผนวก ก7 Neural Network Model

โปรแกรมที่ใช้พัฒนาคือ Python V.3 , Anaconda ไลบรารี่ที่ใช้ NumPy, OpenCV, Scikit-Learn และ Keras หลังจากที่ติดตั้ง Python กับ Anaconda แล้วให้เปิดตัว Anaconda Navigator ขึ้นมาแล้วเลือก Launch ตัว jupyter notebook ซึ่ง jupyter notebook จะคล้าย IDE ที่ให้ผู้ใช้สามารถพิมพ์คำสั่งแล้วให้ประมวลผลคำสั่ง

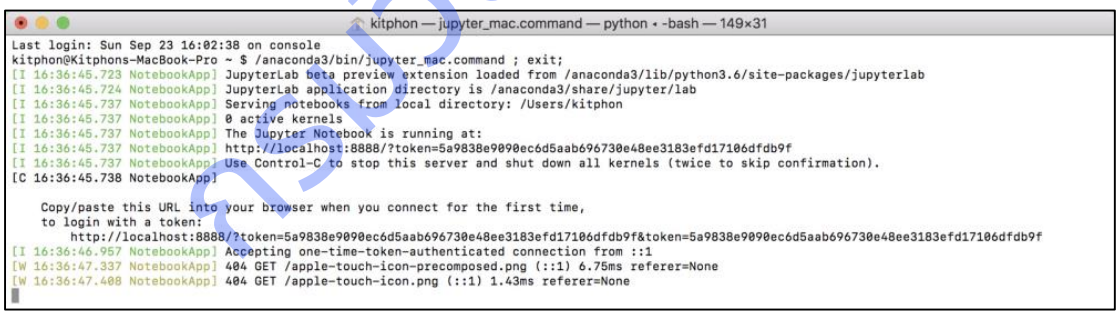
กรมวิชาการเกษตร

นั้นได้ และยังแสดงผลลัพธ์ต่อท้ายชุดคำสั่งของช่องนั้นๆ ตัว notebook สามารถเก็บ code และตัว markdown ที่ช่วยให้แสดงข้อมูลในแบบต่างๆได้ด้วย แสดงในภาพผนวก ก8



ภาพผนวก ก8 Anaconda Navigator

หลังจากเลือก Launch แล้ว Anaconda จะไปเปิดตัว jupyter notebook ขึ้นมาและ notebook server จะรันที่ http://localhost:8888/ แสดงในภาพผนวก ก9



ภาพผนวก ก9 jupyter notebook

หลังจากเปิด jupyter notebook ขึ้นมาแล้ว ให้สร้าง folder เพื่อที่จะเก็บไฟล์และข้อมูลต่างๆสำหรับการทำ project ในครั้งนี้ หลังจากสร้าง folder แล้วให้คลิกที่ New แล้วเลือก Python 3 เพื่อสร้างไฟล์ใหม่แสดงในภาพผนวก ก10

สถาบันวิทยบริการ

ภาพผนวก ก10 การสร้างไฟล์ใน Python 3

ภาพที่ใช้ในการสอนแบบจำลองเป็นภาพถ่ายในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายจำนวน 840 ภาพ แต่ละภาพมีขนาด 128x128 พิกเซล แบ่งเป็น 2 หมวด คือ ภาพเพลี้ยไฟจำนวน 290 ภาพ และภาพแสดงอาการทำลายจากบั่วกล้วยไม้จำนวน 382 ภาพ รวมทั้งหมด 672 ภาพในการฝึกสอนให้แบบจำลองเรียนรู้จำนวน 100 รอบ ส่วน 168 ภาพใช้ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง นำภาพทั้งหมดมาไว้ในโฟลเดอร์เดียวกับไฟล์ python เพื่อให้ง่ายต่อการเรียกใช้ โดยตั้งชื่อโฟลเดอร์ใหม่ว่า orchids&insects จากนั้นทำการอ่านภาพจากโฟลเดอร์ตามโค้ดด้านล่าง

```
import cv2
import matplotlib.pyplot as plt
from imutils import paths
image_paths = list(paths.list_images('datasets/orchids&insects/'))
image = cv2.imread(image_paths[10])
new_image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
plt.figure()
plt.imshow(new_image)
```

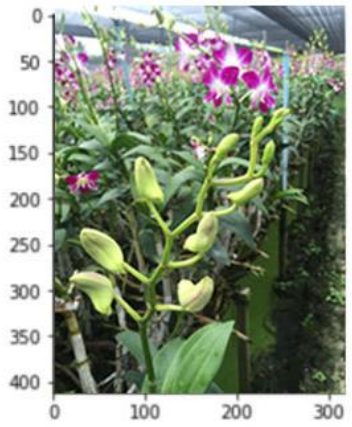
ผลลัพธ์ที่ได้จากการรันแสดงในภาพผนวก ก11

กรมวิชาการเกษตร

```
In [2]: import cv2
        import matplotlib.pyplot as plt
        from imutils import paths

        image_paths = list(paths.list_images('datasets/orchids&insects/'))
        image = cv2.imread(image_paths[10])
        new_image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
        plt.figure()
        plt.imshow(new_image)

Out[2]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1134f1a20>
```



ภาพผนวก ก11 อ่านภาพจากโฟลเดอร์ orchids&insects ใน Python 3

จากนั้นทำการปรับภาพ ความละเอียด และสีของทุกภาพจาก 128x128 พิกเซล เป็น 32x32 พิกเซล เพื่อสะดวกในการเทรนข้อมูลตามโค้ดด้านล่าง (ภาพผนวก ก12)

```
import random
import numpy as np
random.shuffle(image_paths)
data = []
labels = []
for image_path in image_paths:
        image = cv2.imread(image_path)
        image = cv2.resize(image, (32, 32))
        labels.append(image_path.split('/')[-2])
        data.append(image)
data = np.array(data)
```

กรมวิชาการเกษตร

```
labels = np.array(labels)
data = data.reshape((3000, 3072))
data = data/255.0
```

ภาพผนวก ก12 การปรับลักษณะของภาพให้เหมาะสมสำหรับการเทรนข้อมูล

หลังการปรับภาพนำภาพมาแปลงเป็นข้อมูลตัวเลขฐานสองในเมทริกซ์ขนาด 1x3 ตามโค้ดด้านล่าง (ภาพผนวก ก13)

```
from sklearn.preprocessing import LabelBinarizer
lb = LabelBinarizer()
labels = lb.fit_transform(labels)
```

กรมวิชาการเกษตร

```
labels = lb.fit_transform(labels)
print(labels)
```

```
[[0 0 1]
 [0 1 0]
 [0 1 0]
 ...
 [0 1 0]
 [0 0 1]
 [0 1 0]]
```

ภาพผนวก ก13 แปลงภาพให้เป็นข้อมูลตัวเลขฐานสองในเมทริกซ์ขนาด 1x3

เมื่อแปลงภาพเป็นตัวเลขคอมพิวเตอร์จะเข้าใจค่า labels โดยรู้ว่า orchid midge เป็น [1 0 0] และ thrips เป็น [0 0 1] แสดงในภาพผนวก ก14

```
In [6]: from sklearn.preprocessing import LabelBinarizer
        lb = LabelBinarizer()

        labels = lb.fit_transform(labels)
        lb.classes_

Out[6]: array(['orchid midge', 'thrip'], dtype='<U5')
```

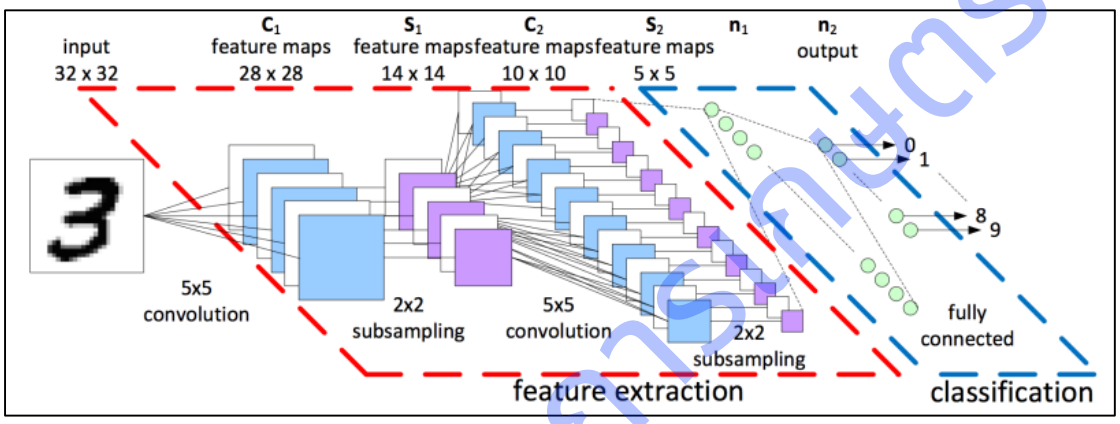
ภาพผนวก ก14 เลขฐานสองในเมทริกซ์ขนาด 1x3 ของ orchid midge และ thrips

เมื่อพิมพ์คำสั่ง lb.classes_ เพื่อดูค่า labels ที่สามารถจำแนกประเภท โดยค่าที่จำแนกประเภทออกมามี 2 ประเภทก็คือ orchid midge และ thrips สามารถพิสูจน์ได้ว่า labels สามารถจำแนกคำตอบออกมาได้จริงหรือไม่ ให้ใช้คำสั่ง lb.inverse_transform ซึ่งเป็นคำสั่งการแปลงจากตัวเลขกลับไปเป็นตัวหนังสือที่เป็นค่าก่อนที่จะเปลี่ยนตัวเลขนั่นเอง

```
lb.inverse_transform(np.array([[0.6, 0.4, 0.2]]))
#ถ้าเราพิมพ์คำสั่งนี้ไป เราจะได้คำตอบเป็น orchid midge เพราะค่า [0.6, 0.4, 0.2] มีค่าใกล้ [1, 0, 0]
output: array(['orchid midge'], dtype='<U5')
lb.inverse_transform(np.array([[0.6, 0.5, 0.9]]))
#ส่วนอันนี้ก็จะได้คำตอบเป็น thrips เพราะค่า [0.6, 0.5, 0.9] มีค่าใกล้ [0, 0, 1]
output: array(['thrips'], dtype='<U5')
```

กรมวิชาการเกษตร

หลังจากมี data สำหรับสอนแบบจำลองกับ labels ที่เป็นแม็พคำตอบจะนำข้อมูลเข้าฟังก์ชั่นเทรน โดยโครงการวิจัยนี้โจทย์ Image Classification ไม่ได้ใช้ Neural Network ทั่วๆไป แต่ใช้ CNN (Convolutional Neural Network) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของ feed-forward และจัดเป็น Deep Learning ประเภทหนึ่ง โดยส่วนของ hidden layer ของ CNN จะมี Convolutional Layers เพิ่มขึ้นมาเป็นส่วนที่ใช้ในการฟิลเตอร์รูปโดยมี Kernel function เพื่อใช้แปลงคุณลักษณะ และแยกองค์ประกอบออกมา เช่น ขอบรูป สี ลักษณะรูปทรง เป็นต้น และมี Activation Function ที่ช่วยแปลงค่าให้อยู่ในรูปที่ง่ายต่อการคำนวนและได้ผลลัพธ์ดียิ่งขึ้น รวมถึงส่วนที่เรียกว่า Pooling โดยส่วนนี้จะทำหน้าที่ปรับไซส์ของข้อมูลให้มีขนาดเล็กลงโดยที่รายละเอียดของข้อมูลนั้นยังคงเดิม (ยังคงอยู่ไว้ได้มากที่สุด) และในส่วนสุดท้ายคือ Fully connected layer ที่เชื่อมต่อแต่ละ perceptron ในแต่ละชั้นเข้าด้วยกันแสดงในภาพผนวก ก15



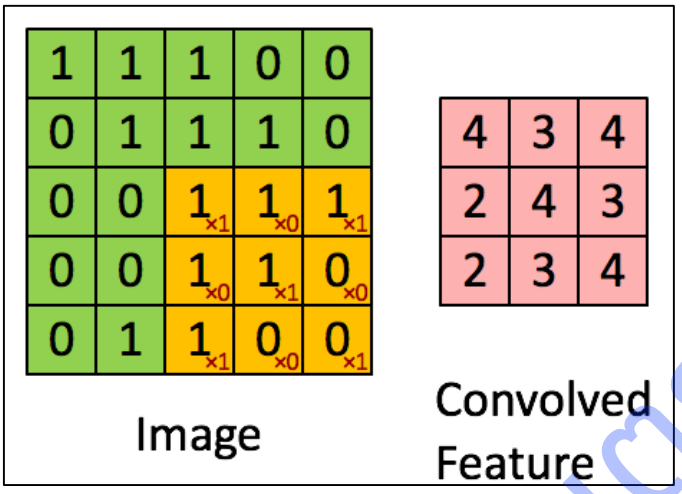
ภาพผนวก ก15 Convolutional Neural Network: CNN. or ConvNet.

ขั้นตอนต่อมาเป็นการสร้างแบบจำลองในโครงการนี้ตั้งชื่อว่า orchids&insects โดยใช้ keras เขียนเป็นโค้ดดังนี้

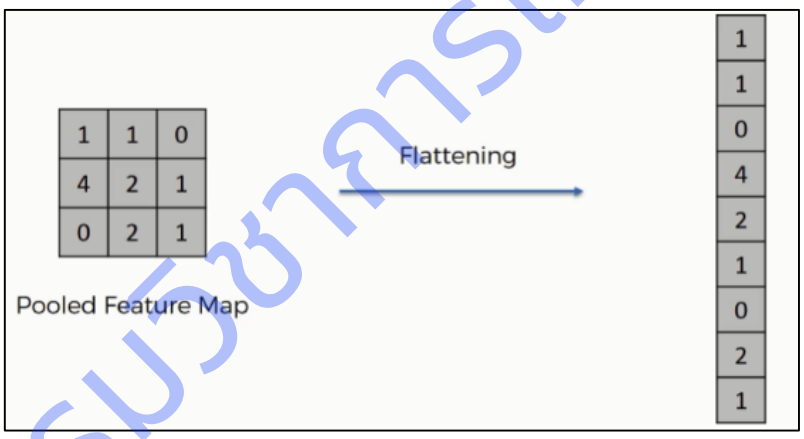
```
from keras import backend
from keras.models import orchids&insects
from keras.layers.convolutional import Conv2D
from keras.layers.core import Dense, Flatten
from sklearn.model_selection import train_test_split
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(data, labels, test_size=0.2, random_state=5)
model = orchids&insects
model.add(Conv2D(32, (3, 3), input_shape=(32, 32 ,3), activation='relu', padding='same'))
model.add(Flatten())
model.add(Dense(3, activation='softmax'))
```

กรมวิชาการเกษตร

การทำงานของฟิลเตอร์ Kernel แสดงในภาพผนวก ก16 และการทำงานของ Flatten แสดงในภาพผนวก ก17



ภาพผนวก ก16 การทำงานของฟิลเตอร์ Kernel



ภาพผนวก ก17 การทำงานของ Flatten

โค้ดโปรแกรมแสดงในภาพผนวก ก18 และรายละเอียดภายในแบบจำลองแสดงในภาพผนวก ก19

กรมวิชาการเกษตร

```
In [5]: from keras import backend
        from keras.models import orchids&insects
        from keras.layers.convolutional import Conv2D
        from keras.layers.core import Dense, Flatten
        from sklearn.model_selection import train_test_split

        X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(data, labels, test_size=0.2, random_state=5)

        model = orchids&insects
        model.add(Conv2D(32, (3, 3), input_shape=(32, 32 ,3), activation='relu', padding='same'))
        model.add(Flatten())
        model.add(Dense(3, activation='softmax'))
```

ภาพผนวก ก18 โค้ดในโปรแกรม python สำหรับการใช้ไลบรารี keras

```
In [6]: model.summary()

_________________________________________________________________
Layer (type)                 Output Shape              Param #
=================================================================
conv2d_1 (Conv2D)            (None, 32, 32, 32)        896
_________________________________________________________________
flatten_1 (Flatten)          (None, 32768)             0
_________________________________________________________________
dense_1 (Dense)              (None, 3)                 98307
=================================================================
Total params: 99,203
Trainable params: 99,203
Non-trainable params: 0
_________________________________________________________________
```

ภาพผนวก ก19 รายละเอียดภายในแบบจำลองที่สร้าง

ทำการเซ็ทค่ากระบวนการเรียนรู้ให้กับแบบจำลองก่อนจะนำไปใช้เทรนข้อมูลด้วยฟังก์ชั่น compile มีโค้ดดังนี้

```
model.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer='adam')
model.fit(X_train, y_train, epochs=10, validation_split=0.2)
```

หลังจากการรันคำสั่งจะเห็นผลการรันข้อมูลแต่ละ epoch ขึ้นมา และจะเห็นว่ามีข้อมูล เทรนทั้งหมด 840 ตัวอย่าง โดยมีข้อมูลที่ใช้สำหรับการทำ validation 168 ตัวอย่างแสดงในภาพผนวก ก20

กรมวิชาการเกษตร

```
In [7]: model.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer='adam')
        model.fit(X_train, y_train, epochs=10, validation_split=0.2)

        Train on 840 samples, validate on 168 samples
        Epoch 1/10
        1920/1920 [==============================] - 2s 952us/step - loss: 0.9770 - val_loss: 0.7679
        Epoch 2/10
        1920/1920 [==============================] - 1s 402us/step - loss: 0.6900 - val_loss: 0.6954
        Epoch 3/10
        1920/1920 [==============================] - 1s 329us/step - loss: 0.5945 - val_loss: 0.6858
        Epoch 4/10
        1920/1920 [==============================] - 1s 485us/step - loss: 0.4927 - val_loss: 0.7360
        Epoch 5/10
        1920/1920 [==============================] - 1s 384us/step - loss: 0.4325 - val_loss: 0.7650
        Epoch 6/10
        1920/1920 [==============================] - 1s 362us/step - loss: 0.3537 - val_loss: 0.6620
        Epoch 7/10
        1920/1920 [==============================] - 1s 514us/step - loss: 0.3049 - val_loss: 0.7201
        Epoch 8/10
        1920/1920 [==============================] - 1s 514us/step - loss: 0.2580 - val_loss: 0.7172
        Epoch 9/10
        1920/1920 [==============================] - 1s 457us/step - loss: 0.2135 - val_loss: 0.6680
        Epoch 10/10
        1920/1920 [==============================] - 1s 351us/step - loss: 0.1859 - val_loss: 0.7063

Out[7]: <keras.callbacks.History at 0x1a1dfaae10>
```

ภาพผนวก ก20 แสดงผลการรันข้อมูลแต่ละ epoch

ภายหลังจากการเทรนแบบจำลองจะใช้ข้อมูลเทสมาทดสอบให้แบบจำลองทำการ classified โดยใช้ฟังก์ชั่น predict

```
y_pred = model.predict(X_test)
from sklearn.metrics import accuracy_score, classification_report
accuracy_score(y_test.argmax(axis=1), y_pred.argmax(axis=1))
```

ที่ต้องใช้ y_test.argmax(axis=1), y_pred.argmax(axis=1) ในการใช้ฟังก์ชั่น accuracy_score เนื่องจากค่า y_pred ที่ได้จาก model.predict เป็นค่าที่ไม่เรียงต่อกัน และไม่สามารถเอามาเป็นตัวบ่งชี้การ classification ได้ ถ้าลองใส่ค่าฟังก์ชั่น accuracy_score เป็น y_test และ y_pred แบบธรรมดาจะพบกับ error แบบข้างล่างนี้

```
ValueError: Classification metrics can't handle a mix of multilabel-indicator and multiclass
targets
```

ความหมายคือไม่สามารถใช้ label ที่เป็นค่าผสมแบบนี้ได้ ต้องใช้ฟังก์ชั่น argmax(axis=1) ของ numpy เพื่อหา index ที่มีค่ามากที่สุดของอาร์เรย์แต่ละช่อง และค่าถูกจัดกลุ่ม โดย y_pred เป็นค่าอาร์เรย์ 2 มิติ axis=1 คืออาเรย์มิติที่ 2 ของตัว y_pred นั่นเอง (ถ้าเป็นมิติแรก axis=0) แสดงในภาพผนวก ก21

กรมวิชาการเกษตร

```
y_pred.argmax(axis=1)
```

```
Out[8]: array([1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 2, 2, 1, 2, 0, 2, 0, 1, 1, 0, 2, 1, 2,
               0, 0, 1, 1, 1, 2, 1, 2, 2, 2, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1,
               1, 2, 1, 2, 2, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 2, 2, 2, 0, 0, 2, 2, 1, 1, 1, 2,
               2, 0, 2, 1, 2, 1, 0, 1, 1, 1, 2, 0, 0, 1, 1, 2, 1, 2, 1, 0, 1, 1,
               0, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 2, 1, 1,
               1, 0, 2, 0, 2, 2, 0, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 0, 1, 1, 2, 2, 0, 2, 2, 2,
               0, 0, 2, 1, 1, 1, 1, 0, 2, 1, 0, 2, 2, 2, 0, 0, 0, 0, 2, 2, 1, 0,
               0, 2, 0, 2, 2, 1, 2, 0, 0, 1, 2, 0, 2, 0, 2, 1, 0, 0, 2, 2, 2, 2,
               0, 1, 2, 1, 1, 1, 1, 2, 1, 2, 0, 1, 0, 2, 2, 0, 2, 1, 1, 0, 1, 2,
               1, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 2, 0, 2, 2, 1, 0, 1, 2, 1, 2, 1, 2, 0, 2,
               2, 1, 1, 1, 2, 0, 2, 1, 2, 2, 2, 0, 0, 2, 2, 0, 2, 2, 0, 0, 0, 1,
               2, 2, 2, 0, 2, 1, 0, 2, 0, 0, 1, 0, 0, 2, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 2,
               0, 0, 0, 0, 2, 0, 2, 2, 1, 1, 2, 0, 1, 2, 1, 1, 2, 0, 0, 1, 2, 2,
               1, 1, 2, 2, 2, 0, 0, 2, 1, 1, 2, 0, 2, 0, 1, 2, 2, 2, 1, 0, 2, 1,
               0, 2, 2, 0, 2, 1, 0, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 2, 0, 1, 1, 2, 1, 1, 1,
               2, 1, 1, 0, 2, 2, 2, 2, 0, 2, 1, 1, 0, 1, 1, 2, 0, 0, 1, 0, 2, 0,
               0, 0, 2, 1, 1, 1, 2, 1, 2, 1, 2, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 0, 0, 1, 1, 0,
               1, 1, 1, 1, 2, 0, 2, 0, 2, 0, 1, 2, 0, 2, 1, 0, 0, 2, 1, 2, 0, 0,
               1, 2, 2, 2, 1, 2, 2, 0, 0, 1, 2, 0, 1, 2, 1, 0, 0, 1, 1, 2, 2, 2,
               0, 0, 2, 1, 2, 2, 2, 2, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 2, 1, 1, 2, 2, 1,
               2, 1, 2, 0, 2, 0, 2, 2, 1, 2, 0, 0, 1, 2, 0, 2, 2, 1, 1, 2, 2, 1,
               0, 2, 1, 1, 0, 2, 1, 1, 1, 1, 2, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 2, 2, 2, 2,
               2, 0, 0, 2, 0, 0, 0, 2, 1, 2, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 2, 0, 1, 1, 0, 0,
               1, 2, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 0,
               0, 2, 2, 2, 1, 2, 2, 1, 2, 0, 2, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 2, 0, 1, 0,
               1, 2, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 1, 1, 2, 2, 1, 0, 2, 0, 0, 2, 2, 0, 0, 0,
               2, 2, 0, 0, 2, 2, 2, 2, 1, 2, 2, 0, 1, 0, 0, 1, 2, 2, 2, 0, 1, 0,
               0, 2, 1, 0, 1, 1])
```

ภาพผนวก ก21 ค่าที่ได้จากการใช้ฟังก์ชั่น argmax(axis=1)

หลังจากรัน accuracy_score จะเห็นความถูกต้องที่ได้ 0.820 แสดงในแสดงในภาพผนวก ก22

```
In [10]: from sklearn.metrics import accuracy_score, classification_report

         accuracy_score(y_test.argmax(axis=1), y_pred.argmax(axis=1))
```

```
Out[10]: 0.820
```

ภาพผนวก ก22 ค่า accuracy_score = 0.820

แสดง classification อย่างละเอียดโดยใช้โค้ดด้านล่าง และผลการรันข้อมูลแสดงในภาพผนวก ก23

print(classification_report(y_test.argmax(axis=1), y_pred.argmax(axis=1),
target_names=lb.classes_))

กรมวิชาการเกษตร

```
In [11]: print(classification_report(y_test.argmax(axis=1), y_pred.argmax(axis
```

	precision	recall	f1-score	support
orchid midge	0.78	0.79	0.78	289
thrips	0.86	0.85	0.85	311
micro avg	0.82	0.82	0.82	600
weighted avg	0.82	0.82	0.82	600

ภาพผนวก ก23 แสดงรายละเอียด classification

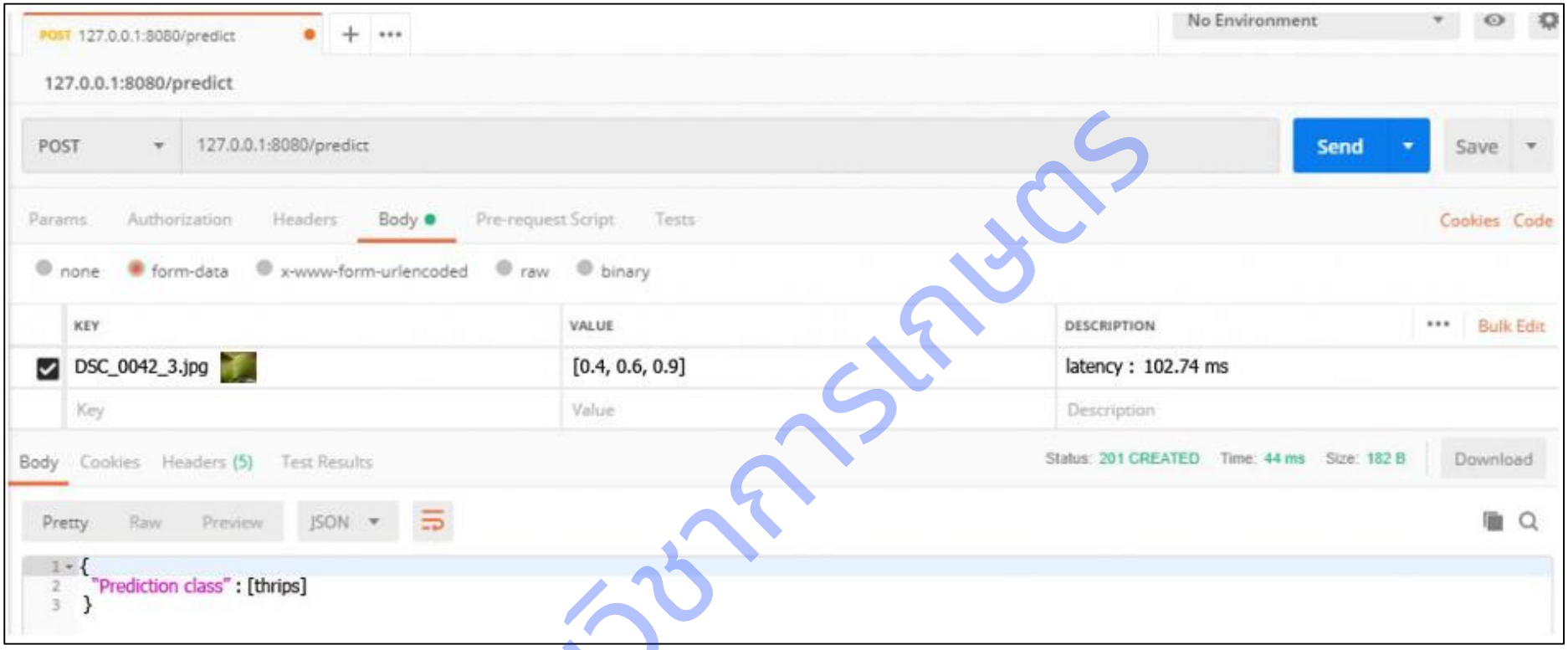
เมื่อแสดงค่าออกมาจะเห็นว่าจากผลการทำนายค่า precision มีความแม่นยำในการจำแนกเฉลี่ย 82% โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ orchid midge มีความแม่นยำในการจำแนกอยู่ 78% และ thrips มีความแม่นยำในการจำแนกอยู่ 86%

แบบจำลองที่ใช้ในการเรียนรู้มีประสิทธิภาพค่า “Accuracy” เท่ากับ **82.06%** ทำการ save แบบจำลองจะได้แบบจำลองชื่อ orchids&insects_model จาก Keras แล้วนำไปใช้ใน Production Server โดยเรียกใช้งานด้วยคำสั่ง

```
from keras.models import load_model
model = load_model(' ./orchids&insects_model ')
```

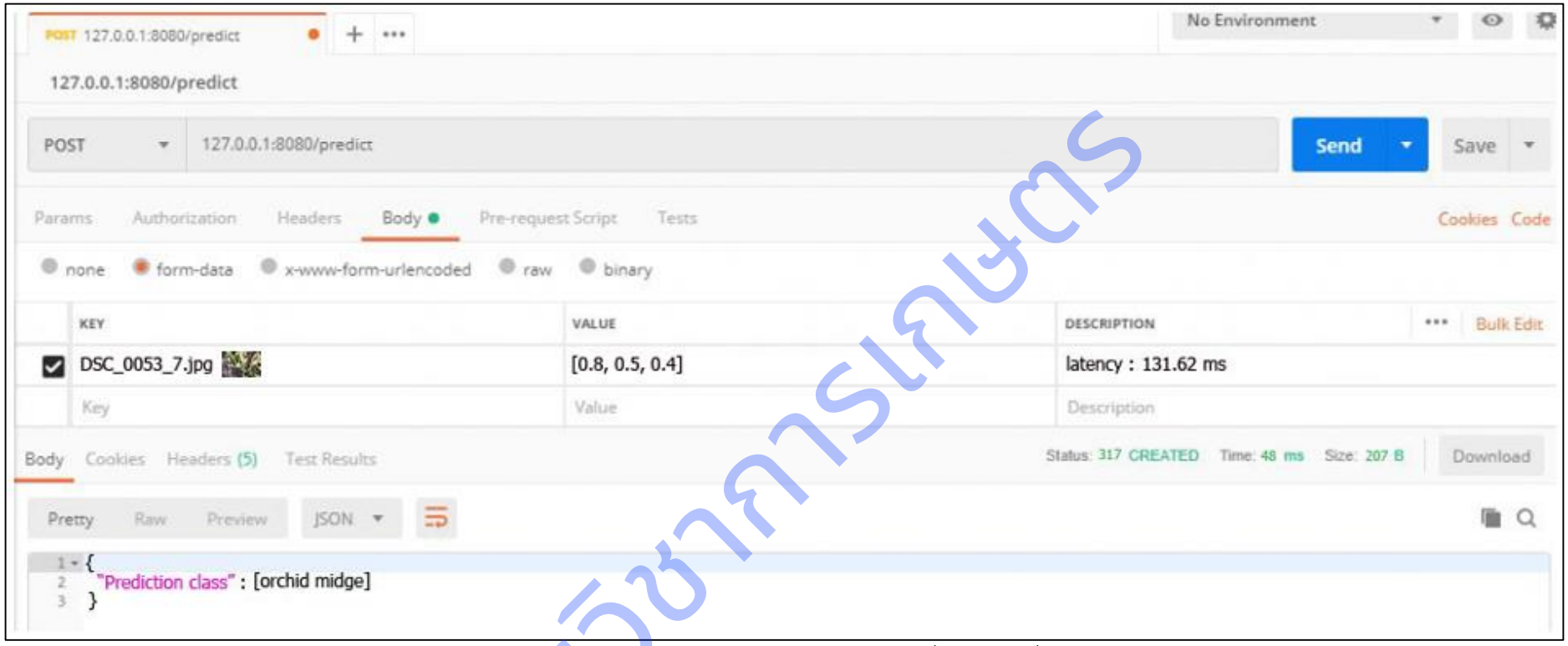
แบบจำลอง orchids&insects_model นำไปใช้ใน Production Server จะมีหน้าตาของโปรแกรมตามภาพผนวก ก24 และ ก25

กรมวิชาการเกษตร



ภาพผนวก ก24 โปรแกรมระบบตรวจสอบทำการระบุภาพเพลี้ยไฟที่ทำการตรวจพบ

กรมวิชาการเกษตร



ภาพผนวก ก25 โปรแกรมระบบตรวจสอบทำการระบุภาพบั่วกล้วยไม้ที่ทำการตรวจพบ

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 3 วิจัยและพัฒนาเครื่องตรวจสอบแมลงศัตรูพืชสำหรับกล้วยไม้ตัดดอกแบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ

ภาคผนวก ก.

โค้ดโปรแกรม Matlab สำหรับการตรวจจับแมลงภายในภาพ

```
net = load([path to CNN model], "net");

testimg = imread([path to image]);

wBlock = 4;

hBlock = 3;

[h, w, d] = size(testimg);

sWidth = w/wBlock;

sHeight = h/hBlock;



res = [];

for hh = 1 : hBlock

        hFrom = (hh-1)*ceil(sHeight) + 1;

        hTo = hh*ceil(sHeight);

        if hTo > h

                hFrom = h - ceil(sHeight) + 1;

                hTo = h;

        end
```

กรมวิชาการเกษตร

```
        for ww = 1 : wBlock
                wFrom = (ww-1)*ceil(sWidth) + 1;
                wTo = ww*ceil(sWidth);
                if wTo > w
                        wFrom = w - ceil(sWidth) + 1;
                        wTo = w;
                end
                Image = testimg(hFrom : hTo, wFrom : wTo, :);
                rImage = imresize(Image, 0.5);
                [YPred,scores] = classify(net.net,rImage);
                if max(scores) > 0.9
                        res(hh,ww) = YPred;
                else
                        res(hh,ww) = 4;
                end
        end
end


detectionResult = "";
if any(res(:) == 1
        detectionResult = "Worm"
```

กรมวิชาการเกษตร

```
elseif any(res(:) == 2

        detectionResult = "Midge"

elseif any(res(:) == 3

        detectionResult = "Thrips"

elseif all(res(:) == 4)

        detectionResult = "Not Detect"

end
```

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก ข.

โค้ดโปรแกรม Matlab สำหรับการสร้างแบบจำลองของระบบจำแนกหมวดหมู่

```
wDatasetPath = [path to worm dataset];

mDatasetPath = [path to midge orchid dataset];

tDatasetPath = [path to thrips orchid dataset];

bgDatasetPath = [path to no pest orchid dataset];


imdsW = shuffle(imageDatastore(wDatasetPath, ...

    'IncludeSubfolders',true,'LabelSource','foldernames'));

imdsW.Files(1001:length(imdsW.Files)) = '';

imdsM = shuffle(imageDatastore(mDatasetPath, ...

    'IncludeSubfolders',true,'LabelSource','foldernames'));

imdsM.Files(1001:length(imdsM.Files)) = '';

imdsT = shuffle(imageDatastore(tDatasetPath, ...

    'IncludeSubfolders',true,'LabelSource','foldernames'));

imdsT.Files(1001:length(imdsT.Files)) = '';

imdsBG = shuffle(imageDatastore(bgDatasetPath, ...

    'IncludeSubfolders',true,'LabelSource','foldernames'));

imdsBG.Files(1001:length(imdsBG.Files)) = '';
```

กรมวิชาการเกษตร

```
imdsTrain = imageDatastore(cat(1,imdsW.Files,imdsM.Files,imdsT.Files,imdsBG.Files));
imdsTrain.Labels = cat(1,imdsW.Labels,imdsM.Labels,imdsT.Labels,imdsBG.Labels);

conLayerSize = 3;

layers = [
    imageInputLayer([324 324 3])

    convolution2dLayer(conLayerSize,8,'Padding','same')
    batchNormalizationLayer
    reluLayer

    maxPooling2dLayer(2,'Stride',2)

    convolution2dLayer(conLayerSize,16,'Padding','same')
    batchNormalizationLayer
    reluLayer

    maxPooling2dLayer(2,'Stride',2)

    convolution2dLayer(conLayerSize,32,'Padding','same')
```

กรมวิชาการเกษตร

```
    batchNormalizationLayer
    reluLayer
        maxPooling2dLayer(2,'Stride',2)

    convolution2dLayer(conLayerSize,64,'Padding','same')
    batchNormalizationLayer
    reluLayer

    fullyConnectedLayer(4)
    softmaxLayer
    classificationLayer];
options = trainingOptions('sgdm', ...
    'InitialLearnRate',0.001, ...
    'MaxEpochs',8, ...
    'Shuffle','every-epoch', ...
    'ValidationData',imdsTrain, ...
    'ValidationFrequency',16, ...
    'Verbose',false, ...
    'Plots','training-progress');
net = trainNetwork(imdsTrain,layers,options);
```

กรมวิชาการเกษตร