

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

-----

1. แผนงานวิจัย : -
2. โครงการวิจัย : วิจัยเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ  
กิจกรรม : การศึกษาพัฒนาเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ต้นแบบ  
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษาพัฒนาเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ต้นแบบ  
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ): Study and development on Orchid Snails Detecting Prototype - Machine
4. คณะผู้ดำเนินงาน  
หัวหน้าการทดลอง : ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร      สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม  
ผู้ร่วมงาน      จิรวีส์ส เจียตระกูล      สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม  
                  อนุชิต ฉ่ำสิงห์      สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม  
                  เอกภาพ บ่านภูมิ      สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม  
                  ปราสาททอง พรหมเกิด      สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม  
                  จงวัฒนา พุ่มหิรัญ      ที่ปรึกษาโครงการ  
                  ชูศักดิ์ ชาวประดิษฐ์      ที่ปรึกษาโครงการ
5. บทคัดย่อ :

เครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลใช้หลักการจากพฤติกรรมของหอยที่เป็นสัตว์เลื้อยคลานจะหลบอยู่ตามซอกของลำต้น ใบและดอก และจะออกมาเมื่อฝนตก ในทางปฏิบัติผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้จะจุ่มชอกกล้วยไม้ในน้ำเย็นจัด (น้ำผสมน้ำแข็ง) แล้วใช้แรงงานคนในการตรวจหาคัดแยกหอยศัตรูกล้วยไม้ การทดลองพรมกล้วยไม้ด้วยน้ำเย็นหรือจุ่มชอกกล้วยไม้ในน้ำเย็นจัดเพื่อให้หอยขึ้นมาอยู่ด้านบนของชอกกล้วยไม้ จะสามารถบันทึกภาพและตรวจหาหอยที่แอบซ่อนตามชอกกล้วยไม้ได้ เครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพของกรมวิชาการเกษตร สำเร็จในปี 2562 ตัวเครื่องประกอบด้วย ระบบพ่นน้ำ สายพานลำเลียง ชุดจับภาพและวิเคราะห์ภาพ ประกอบด้วย กล้อง คอมพิวเตอร์ บอร์ดเชื่อมต่อ และ สปอร์ตไลท์ สามารถทำงานได้ต่อเนื่องโดยไม่ต้องหยุดพัก เทคโนโลยีนี้ใช้โปรแกรม Vision builder ในการตรวจหา สี

ขนาด ของหอยด้วยการประมวลผลภาพแล้วแจ้งเตือน สามารถตรวจจับหอยศัตรูกล้วยไม้ได้ทุกฤดูบรจุช่อกล้วยไม้ที่ผ่านการพ่นฝอยน้ำแล้ว เครื่องสามารถจับขนาดวัตถุได้เล็กสุดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร แต่หอยศัตรูกล้วยไม้ที่ติดไปกับช่อดอกกล้วยไม้มีขนาดเล็กสุดเพียง 3 มิลลิเมตร หอยที่มีขนาดเล็กกว่านั้นไม่ขึ้นไปกินดอก (บริษัท ทีเค ออร์คิด ฟาร์ม จำกัด, 2562) เครื่องมีความสามารถในการทำงาน 127.44 กก./วัน เมื่อเทียบกับการใช้แรงงาน 4 คน สามารถตัดกล้วยไม้ได้ 70.46 กก./วัน

## 6. คำนำ

กล้วยไม้เป็นสินค้าเอกลักษณ์ที่สำคัญของประเทศไทยและเป็นไม้ดอกอุตสาหกรรมที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ให้ความสำคัญและมีนโยบายผลักดันให้มีการเพิ่มมูลค่าการส่งออก ประเทศไทยส่งออกดอกกล้วยไม้เขตร้อนมากเป็นอันดับที่หนึ่งของโลก ในปี พ.ศ. 2558 การส่งออกดอกกล้วยไม้ หรือกล้วยไม้ตัดดอก มีปริมาณ 23,471 ตัน และมีมูลค่าการส่งออกรวม 2,081 ล้านบาท (กระทรวงพาณิชย์, 2559) กล้วยไม้ที่มีการส่งออกมากได้แก่ สกุลหวาย (Dendrobium) และลูกผสมสายเลือดแวนดา เช่น สกุลมอคคารา (Mokara) และสกุลอะแรนดา (Aranda) โดยส่งออกไป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน อิตาลี อินเดีย ไต้หวัน เนเธอร์แลนด์ และเวียดนาม แหล่งผลิตดอกกล้วยไม้ส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดใกล้เคียงกรุงเทพมหานคร พื้นที่ปลูกมากที่สุดคือ จังหวัดนครปฐม รองลงมาคือ สมุทรสาคร ราชบุรี นนทบุรี นครราชสีมา พระนครศรีอยุธยา กาญจนบุรี ปทุมธานี และชลบุรี กล้วยไม้ตัดดอกส่วนมากส่งออกในรูปแบบช่อดอกกล้วยไม้โดยแต่ละช่อดอกกล้วยไม้จะเสียบหลอดน้ำยายืดอายุที่โคนก้านช่อ ช่อดอกกล้วยไม้ชั้นพิเศษ ชั้นหนึ่ง และชั้นสองต้องมีจำนวนดอกบานไม่น้อยกว่า 65, 55 และ 40 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนดอกทั้งหมดต่อช่อตามลำดับ ยกเว้นสกุลหวาย กำหนดว่าต้องมีจำนวนดอกบานไม่น้อยกว่า 4 ดอก ทุกชั้นคุณภาพต้องสด สะอาด ไม่พบศัตรูพืช ปราศจากตำหนิและรอยขีด ไม่พบความผิดปกติของรูปทรงก้านช่อและดอก (คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตร, 2552)

หอยทากเป็นศัตรูของกล้วยไม้ประเภทหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อ การส่งออกกล้วยไม้ของไทย เนื่องจากในสวนกล้วยไม้ส่วนใหญ่ต้องมีความชื้นสูง จึงพบหอยทากบุกเข้าทำลายตาและหน่อดอกหรือใบ และหอยยังปล่อยเมือกไว้เป็นแนวตามทางเดินเป็นสาเหตุให้เกิดเชื้อรา ที่ผ่านมาประเทศคู่ค้าเมื่อตรวจพบหอยทากติดไปกับกล้วยไม้ส่งออก แม้แต่เพียงตัวเดียว ด่านกักกันพืชปลายทางจะเผาทิ้งทั้งหมด และจะถูกพิจารณาขึ้นบัญชีดำ ทำให้การส่งออกกล้วยไม้ไทยได้รับผลกระทบ เกิดผลเสียต่อชื่อเสียงของกล้วยไม้ไทยในอนาคต นอกเหนือจากการต้องสูญเสียเงินจำนวนมหาศาลแล้ว ยังทำให้ไทยเสื่อมเสียชื่อเสียง (เดลินิวส์, 2551) ในปัจจุบันการตรวจสอบศัตรูพืชบนดอกกล้วยไม้คัดแยกดอกกล้วยไม้ที่มีศัตรูพืช หรือที่มีร่องรอยการทำลายของศัตรูพืช หรือที่มีตำหนิออกอาศัยการตรวจพินิจโดยใช้สายตาเป็นหลักสอดคล้องกับมาตรฐานสินค้าเกษตร การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงคัดบรรจุดอกกล้วยไม้ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552)

ผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้เรียกร้องให้จัดหาเครื่องมือหรืออุปกรณ์มาทดแทนแรงงานคนเพื่อใช้ในการตรวจสอบศัตรูพืช เนื่องจากแรงงานต้องเพ่งสายตาดูหาศัตรูพืชจากช่อกล้วยไม้เป็นเวลานานเกิดความเมื่อยล้า กรมวิชาการเกษตรจึงได้ศึกษาแนวทางการตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ

พบว่า การวิเคราะห์ภาพที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล (Digital image) ด้วยการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยสี (Color) ขนาด (Size) รูปทรงสี่เหลี่ยม (Shape) และความเงามัน มันวาว (Glossy) ของศัตรูกล้วยไม้ ในโปรแกรมสำเร็จรูป Matlab ซึ่งมีความสามารถในการ Scan หาปัจจัยต่างๆ ตามที่กำหนดจากภาพแบบ ดิจิตอล ตัวอย่างเช่น : หอยดักดานในกล้วยไม้ จากการศึกษาปัจจัยพบว่า มีสีน้ำตาล ขนาด 3 ถึง 6 มิลลิเมตร การสะท้อนแสงแตกต่างจากส่วนต่างๆ ของช่อกล้วยไม้ ก็จะสามารถใช้ปัจจัยทั้งสี่ดังกล่าวมาใช้ในการแยกหรือ ค้นหาหอยได้ (ชูศักดิ์, 2555) รูปร่างของหอยดักดานทั้งตัวใหญ่ ตัวกลาง และตัวเล็ก ประมวลผลภาพด้วย สมการรูปร่าง มีพื้นที่วัสดุที่จับได้ (Area) มีค่าอยู่ในช่วง 51 – 67 (ไม่มีหน่วย) ซึ่งแตกต่างจากส่วนประกอบ อื่นๆ ของกล้วยไม้ ซึ่งทำให้เห็นว่ามีแนวโน้มในการแยกหอยออกจากกล้วยไม้และวัสดุอื่น (ปริตวารณ, 2556)

ขั้นตอนหนึ่งในการจัดการกล้วยไม้หลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออกกล้วยไม้ไปต่างประเทศ โรงคัด บรรจุต้องจ้างแรงงานในการตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ที่ติดมากับกล้วยไม้ที่จะส่งออก เพื่อให้การตรวจหาหอย ที่ติดมากับช่อกล้วยไม้มีประสิทธิภาพ แรงงานต้องพึงสายตาตรวจหาหอยจากช่อกล้วยไม้เป็นเวลาต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง แล้วพักสายตา 15 นาที จึงเริ่มตรวจหาหอยจากช่อกล้วยไม้อีกครั้ง ทำให้เกิดข้อเรียกร้องจาก ผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ในการหาเครื่องมือหรืออุปกรณ์มาทดแทนแรงงานคนที่หายาก เนื่องจากเป็นงาน ที่ทำให้เกิดความเมื่อยอ่อนล้าในการทำงานและการขาดแคลนแรงงานที่มีความชำนาญ รอบคอบในการคัดแยก ดังนั้นการตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมและมีความเป็นไปได้ ที่สุดในการใช้แทนการตรวจหาด้วยตามนุษย์ โดยเฉพาะในการปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องและยาวนานสามารถ ทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมงโดยไม่ต้องหยุดพัก เทคโนโลยีนี้ใช้โปรแกรม Matlab ในการตรวจหา สี ขนาด รูปทรงสี่เหลี่ยม (Shape) เพื่อตรวจหาหอยด้วยการประมวลผลภาพ

การศึกษาวิจัยเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ เป็นงานวิจัยต่อยอดจาก การศึกษาและพัฒนาการตรวจหาศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ เพื่อสนองต่อนโยบายของรัฐในการ พัฒนาการส่งออกกล้วยไม้ซึ่งแนวโน้มมีความต้องการเพิ่มมากขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการส่งออกกล้วยไม้ ไทยและเป็นเครื่องมือที่ช่วยลดข้อโต้แย้ง รวมทั้งการตั้งข้อกีดกันในทางการค้า

## 7. วิธีดำเนินการ

### - อุปกรณ์

1. หลอดไฟสปอร์ตไลท์
2. กล้องดิจิทัล
3. โปรแกรมรับภาพ
4. โปรแกรมประมวลผล
5. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

### - วิธีการ

การทดลอง 1 : การศึกษาพัฒนาเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ต้นแบบ

1) ศึกษา ออกแบบระบบควบคุมการพ่นฝอยน้ำเย็นและการจุ่มช่อกล้วยไม้ในน้ำเย็นเพื่อให้หอยศัตรูพืช ออกจากที่ซ่อนในช่อกล้วยไม้

2) สร้าง และทดสอบระบบควบคุมการพ่นฝอยน้ำเย็น เพื่อให้หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในช่อกล้วยไม้ อย่างน้อย 3 ระดับตั้งแต่ระดับเทียบเท่าฝนตกเล็กน้อยจนถึงฝนตกหนัก (วัดปริมาณน้ำเทียบตามหลัก อุตุนิยมวิทยา ฝนตกเล็กน้อย 0.1 – 10.0 มิลลิเมตร/วัน ฝนตกปานกลาง 10.1 – 35.0 มิลลิเมตร/วัน และ ฝนตกหนัก 35.1 – 90.0 มิลลิเมตร/วัน) ระยะเวลาที่หอยคลานออกมา สอดคล้องกับการทำงานแบบเดิมของโรง คัดบรรจุกล้วยไม้ซึ่งทำการจุ่มช่อดอกกล้วยไม้ในน้ำเย็น

3) ศึกษา ออกแบบต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ

4) สร้างและทดสอบเบื้องต้นต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ

5) ปรับปรุง พัฒนาต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ

6) ทดสอบการใช้งานต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ ที่ปรับปรุงและ พัฒนาแล้ว

7) สรุปและงานผลการวิจัย

- เวลาสถานที่

ระยะเวลาที่ดำเนินการ ปีที่เริ่มต้น ๒๕๖๐ ปีที่สิ้นสุด ๒๕๖๒

กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว หมู่ 13 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์ : การศึกษาพัฒนาเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ต้นแบบ

1) ศึกษา ออกแบบระบบควบคุมการพ่นฝอยน้ำเย็นและการจุ่มช่อกล้วยไม้ในน้ำเย็นเพื่อให้หอยศัตรูพืช ออกจากที่ซ่อนในช่อกล้วยไม้

2) สร้าง และทดสอบระบบควบคุมการพ่นฝอยน้ำเย็น เพื่อให้หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในช่อกล้วยไม้ อย่างน้อย 3 ระดับตั้งแต่ระดับเทียบเท่าฝนตกเล็กน้อยจนถึงฝนตกหนัก (วัดปริมาณน้ำเทียบตามหลัก อุตุนิยมวิทยา ฝนตกเล็กน้อย 0.1 – 10.0 มิลลิเมตร/วัน ฝนตกปานกลาง 10.1 – 35.0 มิลลิเมตร/วัน และ ฝนตกหนัก 35.1 – 90.0 มิลลิเมตร/วัน) ระยะเวลาที่หอยคลานออกมา สอดคล้องกับการทำงานแบบเดิมของโรง คัดบรรจุกล้วยไม้ซึ่งทำการจุ่มช่อดอกกล้วยไม้ในน้ำเย็น

3) ศึกษา ออกแบบต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ

4) สร้างและทดสอบเบื้องต้นต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ

5) ปรับปรุง พัฒนาต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ

6) ทดสอบการใช้งานต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ ที่ปรับปรุงและ พัฒนาแล้ว

7) สรุปและงานผลการวิจัย

- KPIs

ไตรมาส 1 ได้แบบระบบควบคุมระบบน้ำเย็นเบื้องต้น

ไตรมาส 1 ได้ต้นแบบระบบน้ำ

ไตรมาส 2 ได้ผลการทดสอบเครื่องตรวจหาหอยเบื้องต้น

ไตรมาส 3 ได้ต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยแบบปรับปรุง

ไตรมาส 4 ได้ผลการทดสอบเครื่องตรวจหาหอยแบบปรับปรุง

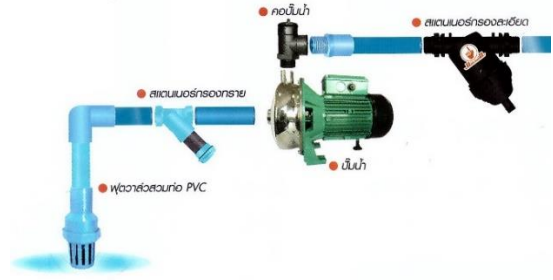
- ผลการทดลอง

### 1. ผลการศึกษา ออกแบบ ระบบควบคุมการฟ้นฝอยน้ำเย็น

ได้ศึกษาอุปกรณ์เพื่อใช้ในการออกแบบระบบฟ้นฝอย ซึ่งประกอบด้วย ป้อนน้ำหมู พุดวาล์วสวมท่อพีวีซี สแตนเนอร์กรองทราย คอปป์ม้น้ำ สแตนเนอร์กรองละเอียด ท่อพีอี ท่อพีวีซี ปลั๊กอุดปลายท่อ ข้อต่อตรง เกลียวนอก หัวฟ้นฝอย ตัวล๊อคข้อต่อ เป็นต้น และได้ศึกษาการประกอบอุปกรณ์ตามภาพที่ 1 และได้ออกแบบและสร้างระบบควบคุมการฟ้นฝอยน้ำเย็น ตามภาพที่ 2 และทดสอบการฟ้นฝอยน้ำเย็นเพื่อให้หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในชอกกล้วยไม้ตามภาพที่ 3 ได้ผลการทดสอบตารางที่ 1 พบว่าการฟ้นฝอยด้วยระดับความเร็วต่ำและปานกลาง (207.13 และ 260.73 มิลลิลิตรต่อนาที) เพอร์เซ็นต์หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในชอกกล้วยไม้มากกว่าการฟ้นฝอยด้วยระดับความเร็วสูงสุด (582.92 มิลลิลิตรต่อนาที) และได้ออกแบบและสร้างระบบลำเลียงในส่วนการฟ้นฝอยน้ำเย็นเพื่อให้หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในชอกกล้วยไม้ ดังภาพที่ 4 และอยู่ระหว่างดำเนินการทดสอบต้นแบบ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 อุปกรณ์ระบบพ่นฝอย;

(ก) ปั๊มน้ำหมู และ (ข) ทวาล์วสวมท่อพีวีซี สแตนเลสกรองทราย คอปั๊มน้ำ และสแตนเลสกรองละเอียด



ภาพที่ 2 ระบบควบคุมการพ่นฝอยน้ำเย็น



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 ทดสอบการพ่นฝอยน้ำเย็นเพื่อให้หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในช่อกลิ้วไม้;

(ก) ภาพรวมการทดสอบ และ (ข) จำลองการเคลื่อนที่ของลาดบรรจุช่อกล้วยไม้

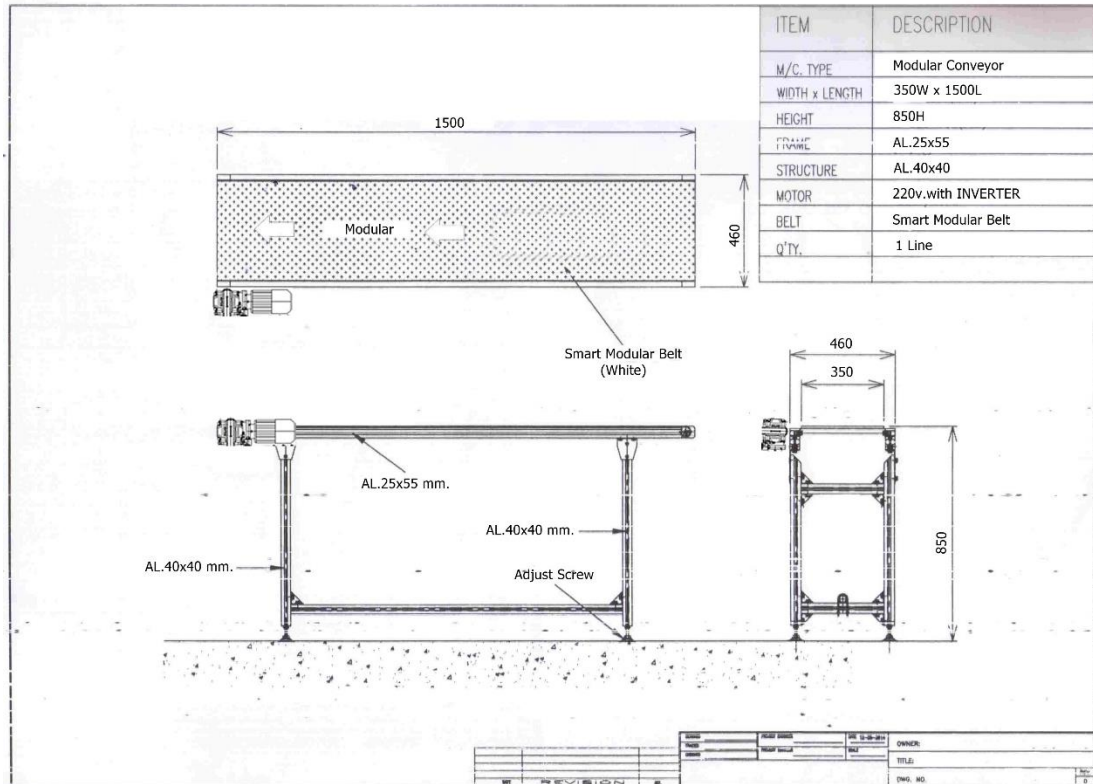
ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการพ่นฝอยน้ำเพื่อให้หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในช่อกล้วยไม้

ปริมาณน้ำพ่น เทียบเป็น ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	ตัวอย่าง (ช่อ)	จำนวนหอยที่ขึ้นมาบนต้น กล้วยไม้หลังทดสอบ 1 นาที	เปอร์เซ็นต์หอยศัตรูพืช ออกจากที่ซ่อนในช่อ กล้วยไม้
33,171	1	5	53.33
	2	6	
	3	5	
	เฉลี่ย	5	
41,753	1	5	53.33
	2	5	
	3	6	
	เฉลี่ย	5	
93,350	1	6	36.67
	2	1	
	3	4	
	เฉลี่ย	4	

หมายเหตุ

1. ตัวอย่างเริ่มต้นมีหอย 10 ตัว อยู่ในช่อกล้วยไม้
2. ปริมาณน้ำพ่น มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร หรือเท่ากับปริมาณน้ำฝนวัดเป็นปริมาตรน้ำต่อพื้นที่ เช่น ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อตารางมิลลิเมตร หรือ ลิตร/ตารางเมตร
3. เส้นผ่าศูนย์กลางของภาชนะเก็บน้ำพ่น คือ 107 มิลลิเมตร
4. วัดปริมาณน้ำเทียบตามหลักอุตุนิยมหาวิทยาลัย ฝนตกเล็กน้อย 0.1 – 10.0 มิลลิเมตร/วัน ฝนตกปานกลาง 10.1 – 35.0 มิลลิเมตร/วัน และ ฝนตกหนัก 35.1 – 90.0 มิลลิเมตร/วัน





ภาพที่ 4 แบบระบบลำเลียงในส่วนการพ่นฝอยน้ำเย็นเพื่อให้หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในชอกกล้วยไม้



ภาพที่ 5 ต้นแบบสายพานของระบบลำเลียงในส่วนการพ่นฝอยน้ำเย็นเพื่อให้หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในชอกกล้วยไม้



ภาพที่ 6 ต้นแบบระบบลำเลียงในส่วนการพ่นฝอยน้ำเย็นเพื่อให้หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในช่อกล้วยไม้



ภาพที่ 7 ต้นแบบระบบลำเลียงในส่วนการพ่นฝอยน้ำเย็นเพื่อให้หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในช่อกล้วยไม้



ภาพที่ 8 ถาดบรรจุกล้าไม้ของต้นแบบระบบลำเลียงในส่วนการพ่นฝอยน้ำเย็นเพื่อให้หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในช่อกล้าไม้

## 2. ผลการทดสอบเครื่องตรวจหาหอยเบื้องต้น

ได้ดำเนินการต่อระบบลำเลียงในส่วนการพ่นฝอยน้ำเย็นเข้ากับระบบตรวจวัดหอย ดังภาพที่ 9 ซึ่งในอุโมงค์สีม่วงในระบบตรวจวัดหอยภายในประกอบด้วย แสงสปอร์ตไลท์ และกล้องจับภาพ ดังภาพที่ 10 กล้องต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ภายนอกซึ่งมีโปรแกรมวิเคราะห์ภาพ หากตรวจพบหอยจะส่งสัญญาณไปยังลำโพง บีซเซอร์ (Buzzer) เพื่อแจ้งเตือนด้วยเสียงต่อไป



ภาพที่ 9 เครื่องตรวจหาหอยเบื้องต้น



ภาพที่ 10 ภายในของอุโมงค์สีม่วงในระบบตรวจวัดหอย

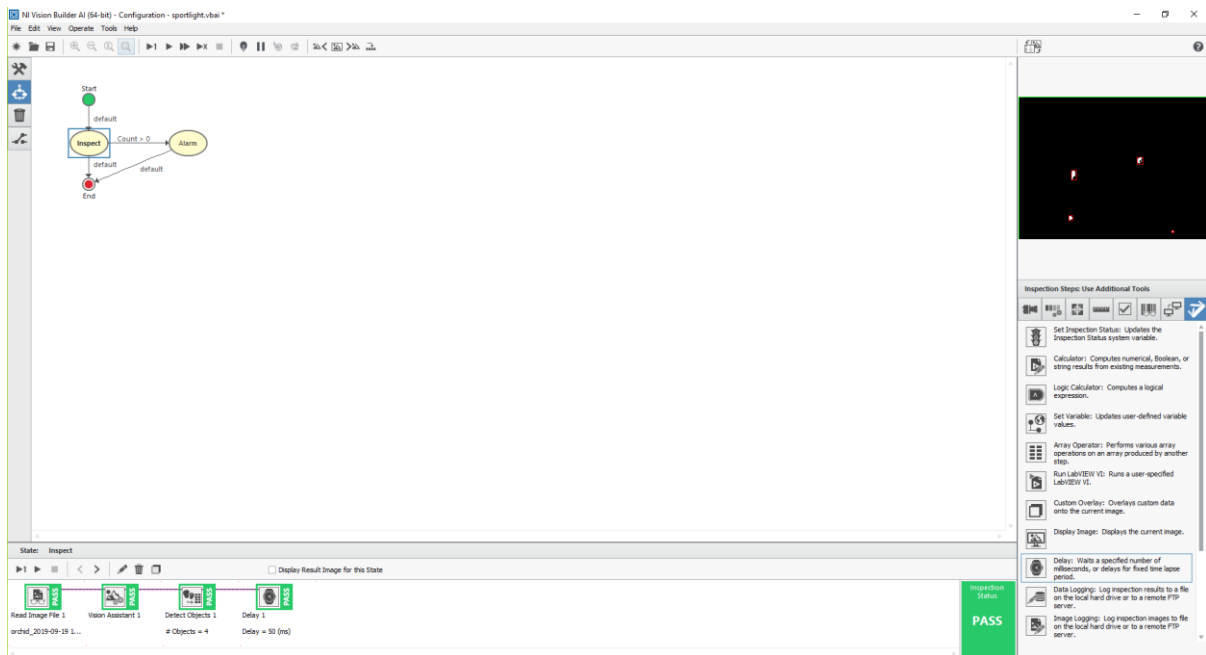
ตารางที่ 2 ผลการทดสอบตรวจจับหอยหลังผ่านระบบพ่นน้ำ

อุณหภูมิ (เซลเซียส)	แรงดัน (kg/cm <sup>2</sup> )	ตัวแรก ขึ้นมา ด้านบน (วินาที)	จำนวนหอย ขึ้นมาที่เวลา 45 วินาที	คุณภาพดอกกล้วยไม้		
				ปักได้ กี่วัน	ดอกบาน เพิ่ม	ดอกแรก ร่วง
10	0.5	28	5		-	1
10	1.0	22	7		-	2
10	1.5	29	5		-	1
10	2.0	24	6		-	2
10	2.5	18	6		-	2
12	0.5	12	8		-	-
12	1.0	18	6		-	-
12	1.5	12	8		3	-
12	2.0	9	7		-	-
12	2.5	11	6		-	-
14	0.5	23	5		-	-
14	1.0	24	3		2	-
14	1.5	25	5		-	-

14	2.0	19	4		-	-
14	2.5	19	6		-	-
16	0.5	8	8		1	-
16	1.0	9	7		-	-
อุณหภูมิ (เซลเซียส)	แรงดัน (kg/cm2)	ตัวแรก ขึ้นมา ด้านบน (วินาที)	จำนวนหอย ขึ้นมาที่เวลา 45 วินาที	คุณภาพดอกกล้วยไม้		
				ปักได้ กี่วัน	ดอกบาน เพิ่ม	ดอกแรก ร่วง
16	1.5	16	5		-	-
16	2.0	8	5		-	-
16	2.5	14	6		-	-
18	0.5	25	5		-	-
18	1.0	20	3		-	-
18	1.5	30	4		-	-
18	2.0	22	4		-	-
18	2.5	27	4		-	-
20	0.5	27	5		1	-
20	1.0	17	5		1	-
20	1.5	25	3		4	-
20	2.0	30	4		-	-
20	2.5	30	5		-	-
25	0.5	20	3		-	-
25	1.0	27	8		-	-
25	1.5	18	9		-	-
25	2.0	15	8		-	-
25	2.5	23	9		-	-
28	0.5	27	7		1	-
28	1.0	28	8		-	-
28	1.5	20	8		-	-
28	2.0	27	9		-	-
28	2.5	21	7		-	-

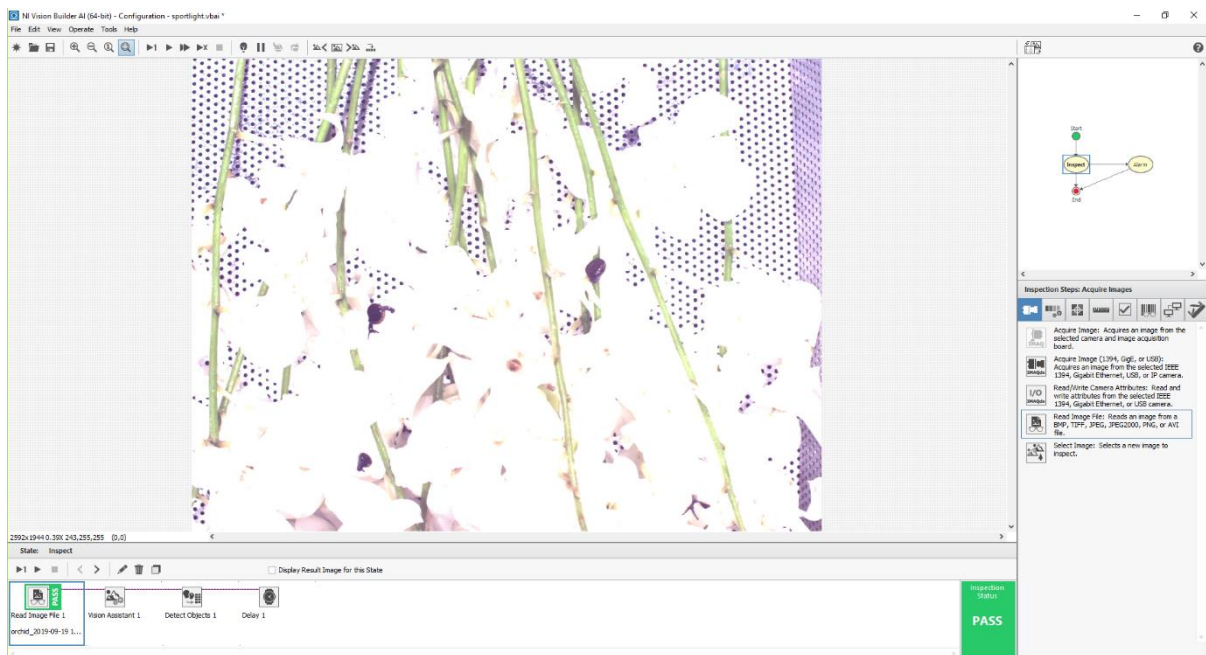
โปรแกรมการทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ประกอบไปด้วยโปรแกรมสำหรับตรวจจับวัตถุ ด้วยระบบประมวลผลภาพ (Image Processing) และระบบเสียงสำหรับการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน

### 1. โปรแกรมตรวจจับวัตถุ (Object Detection Program) แบ่งการทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้



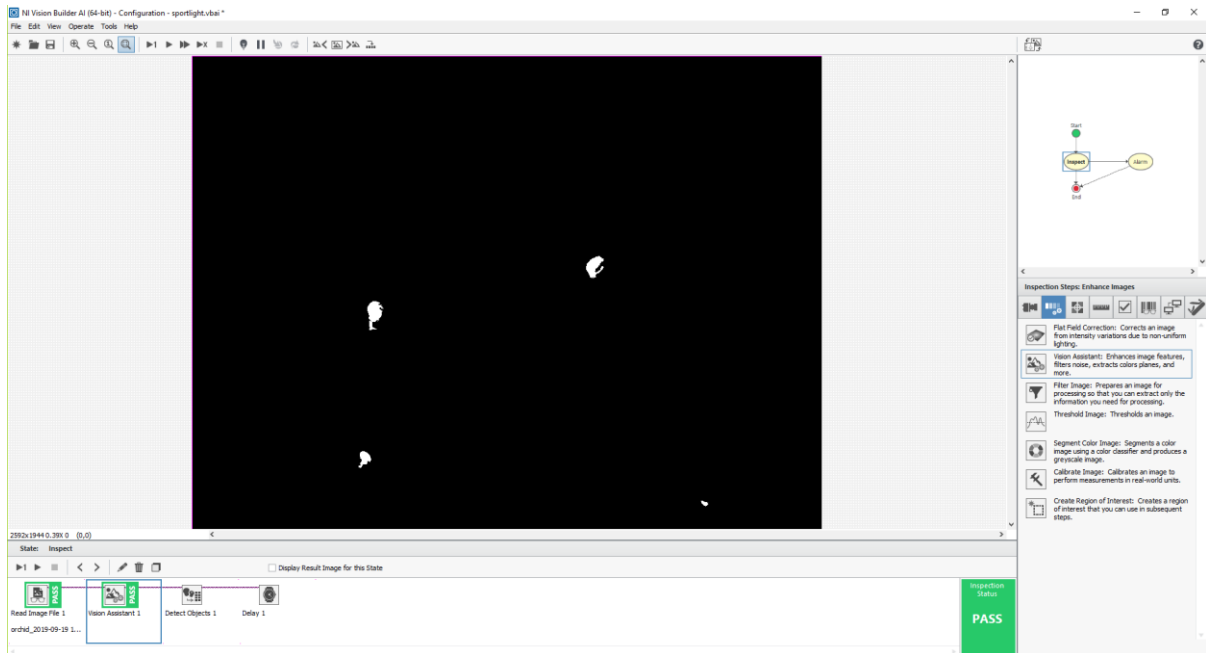
ภาพที่ 11 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

#### 1.1. Read Image File ใช้สำหรับการอ่านไฟล์ภาพเข้ามาในระบบเพื่อนำไปทำการประมวลผลในขั้นตอนถัด ๆ ไป



ภาพที่ 12 โปรแกรมการรับภาพ

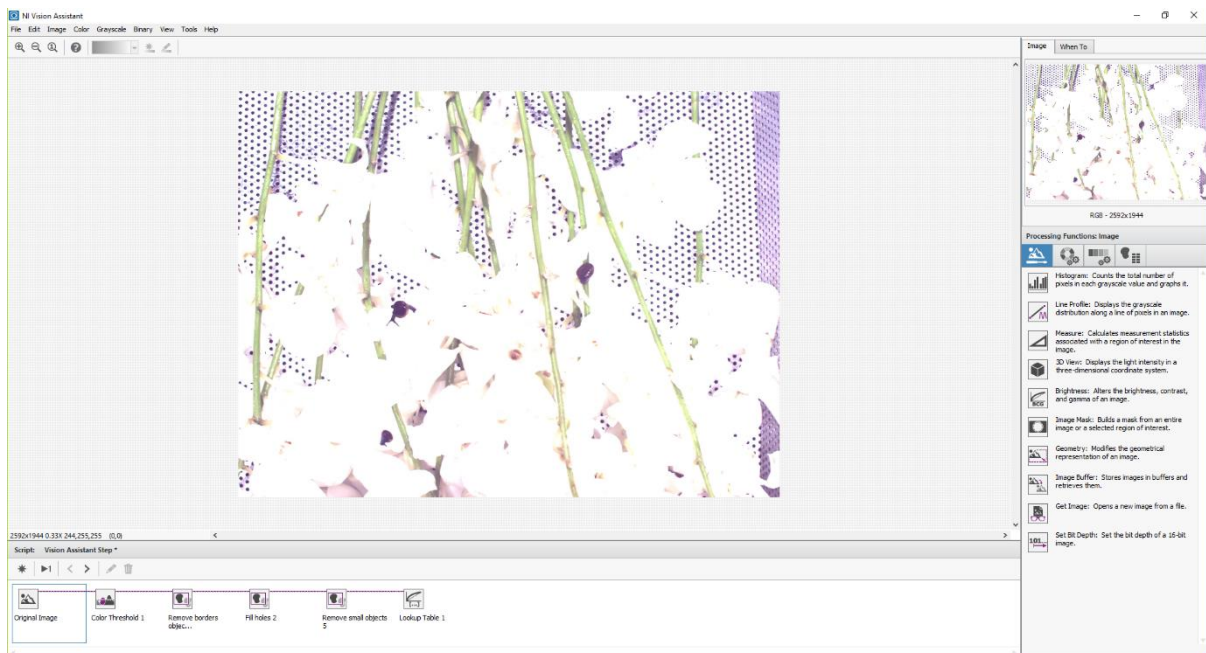
1.2. Vision Assistant ใช้สำหรับการปรับแต่งภาพ และเรียกใช้ตัวกรอง (Filter) ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อทำการปรับภาพให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปตรวจจับวัตถุได้ง่ายขึ้น



ภาพที่ 13 โปรแกรมกรองคัดเลือกเฉพาะหอยโดยสีและลักษณะ

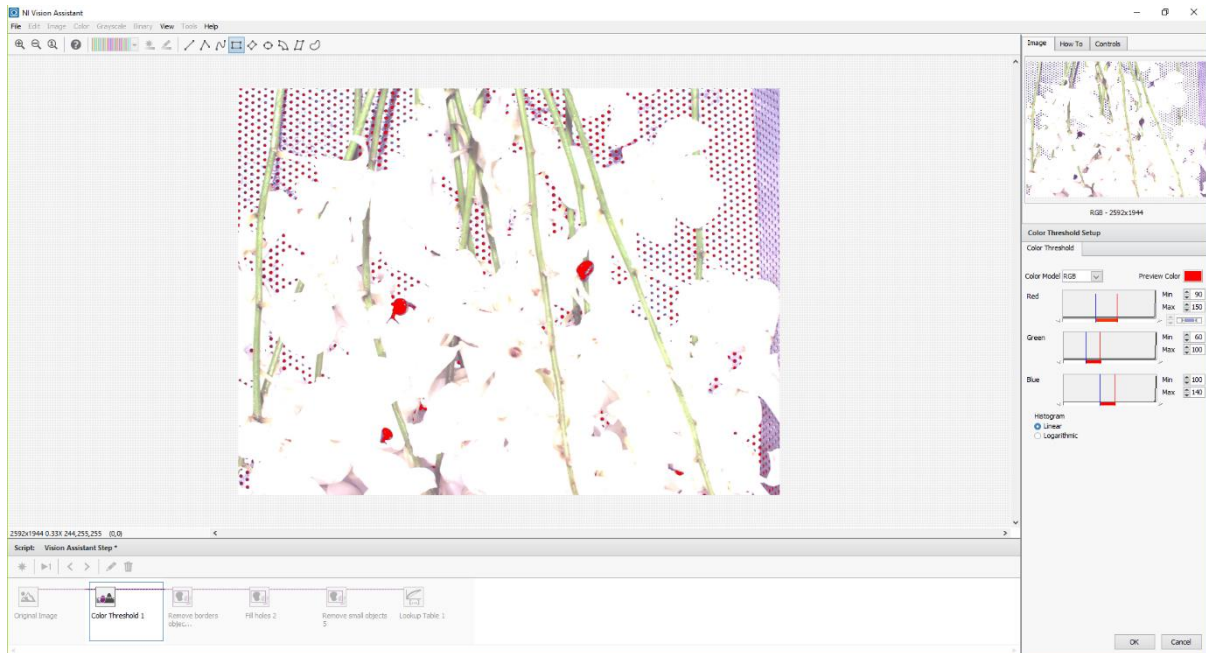
ในขั้นตอนนี้จะแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่

1.2.1. Original Image สำหรับการอ่านภาพเข้ามาในระบบเพื่อเตรียมสำหรับการเรียกใช้คำสั่งต่อไป



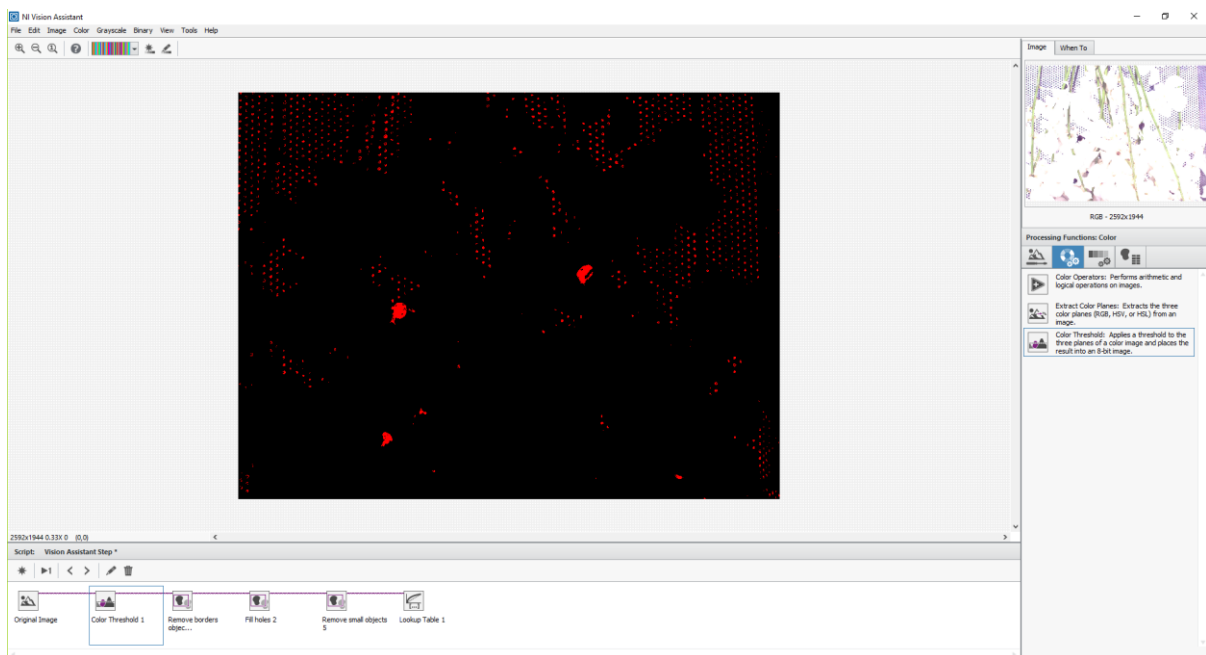
ภาพที่ 14 โปรแกรมบันทึกภาพและอ่านภาพ

1.2.2. Color Threshold ใช้สำหรับกรองช่วงของสีในภาพ โดยจะทำการลบจุดในภาพที่อยู่นอก เหนือ จากช่วงสีที่กำหนดไว้ (สีแดงที่แสดงในภาพคือตำแหน่งที่มีค่าสีอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้)



ภาพที่ 15 โปรแกรมกรองช่วงของสีในภาพ

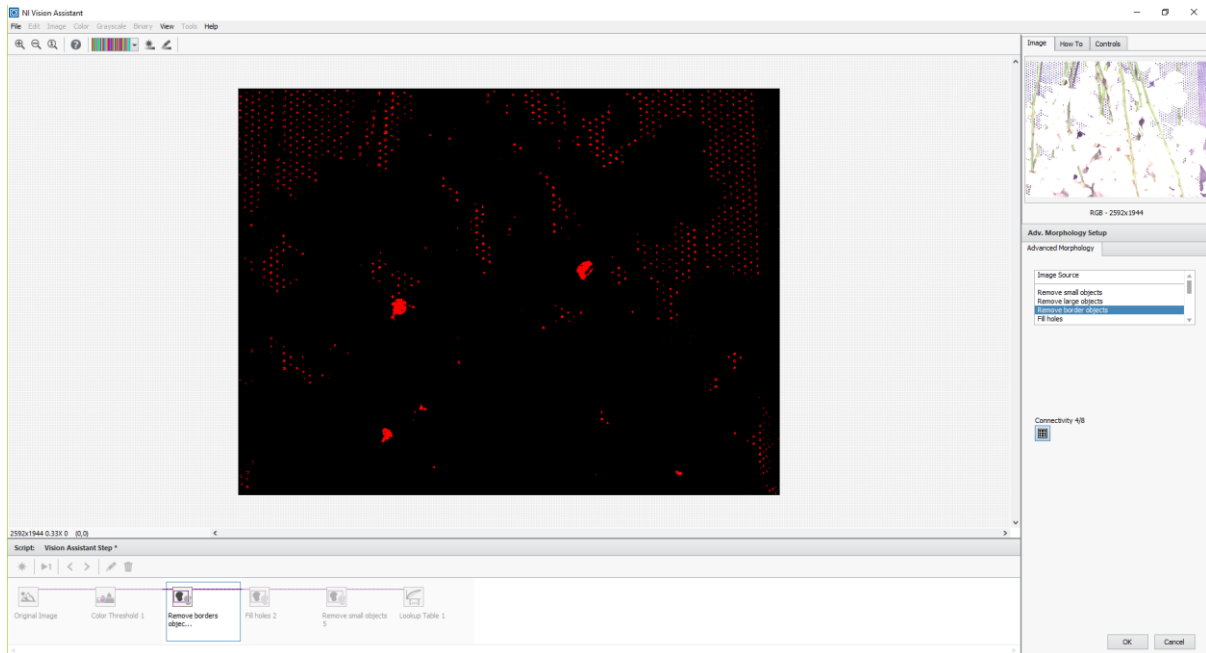
หลังจากที่ผ่านกระบวนการนี้แล้ว ภาพที่ได้จะแสดงเฉพาะจุดที่อยู่ในช่วงสีที่กำหนดไว้เท่านั้น โดย จะแสดงอยู่ในลักษณะของกลุ่มจุดสีแดง



ภาพที่ 16 โปรแกรมกรองช่วงของสีในภาพและเปลี่ยนพื้นของภาพเป็นสีดำ

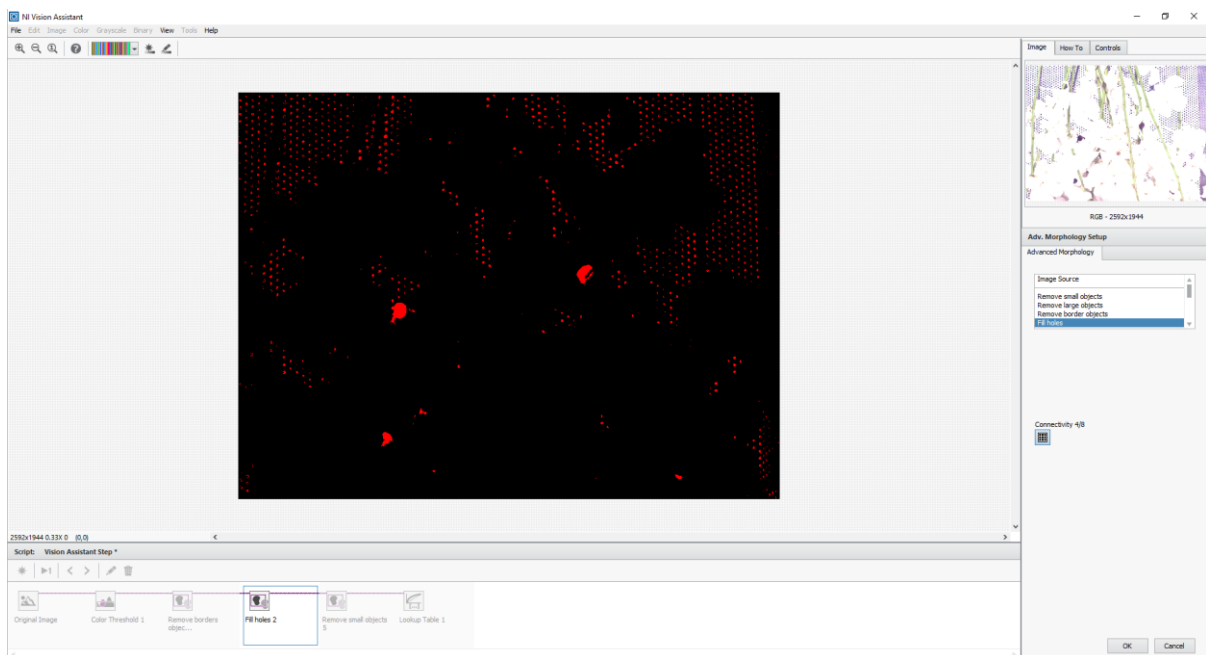


### 1.2.3. Remove Border Object ใช้สำหรับลบกลุ่มของจุดที่อยู่บริเวณขอบของภาพ โดยมีจุดประสงค์ เพื่อลดความผิดพลาดในการตรวจจับ



ภาพที่ 17 โปรแกรมลบกลุ่มของจุดที่อยู่บริเวณขอบของภาพ

### 1.2.4. Fill Holes ใช้สำหรับปิดรูภายในกลุ่มของภาพที่จับให้กลายเป็นวัตถุก้อนเดียวกัน



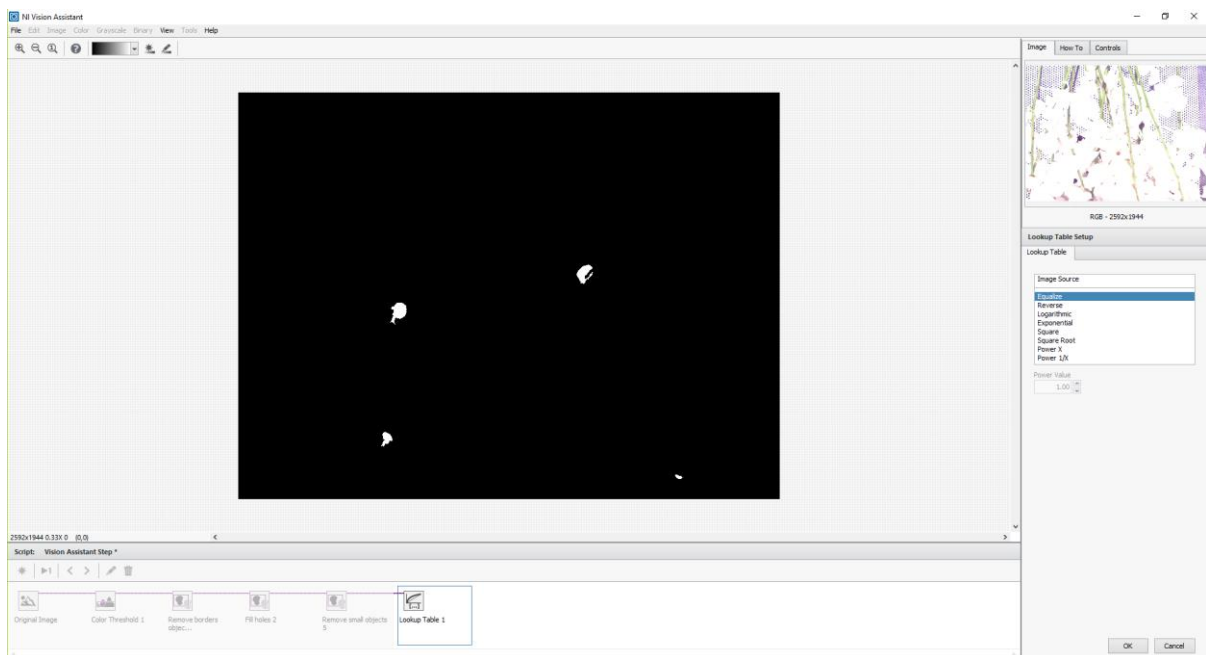
ภาพที่ 18 โปรแกรมลบจุดภาพในภาพที่จับ

### 1.2.5. Remove Small Object หลังจากที่ผ่านกระบวนการ “Color Threshold” จะทำให้เกิดจุดที่อยู่ในช่วงสีที่กำหนดไว้ แต่ไม่ได้เป็นวัตถุที่ต้องการออกมา ซึ่งในกระบวนการนี้จะใช้สำหรับการลบจุดเหล่านี้ ออก เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับของระบบ



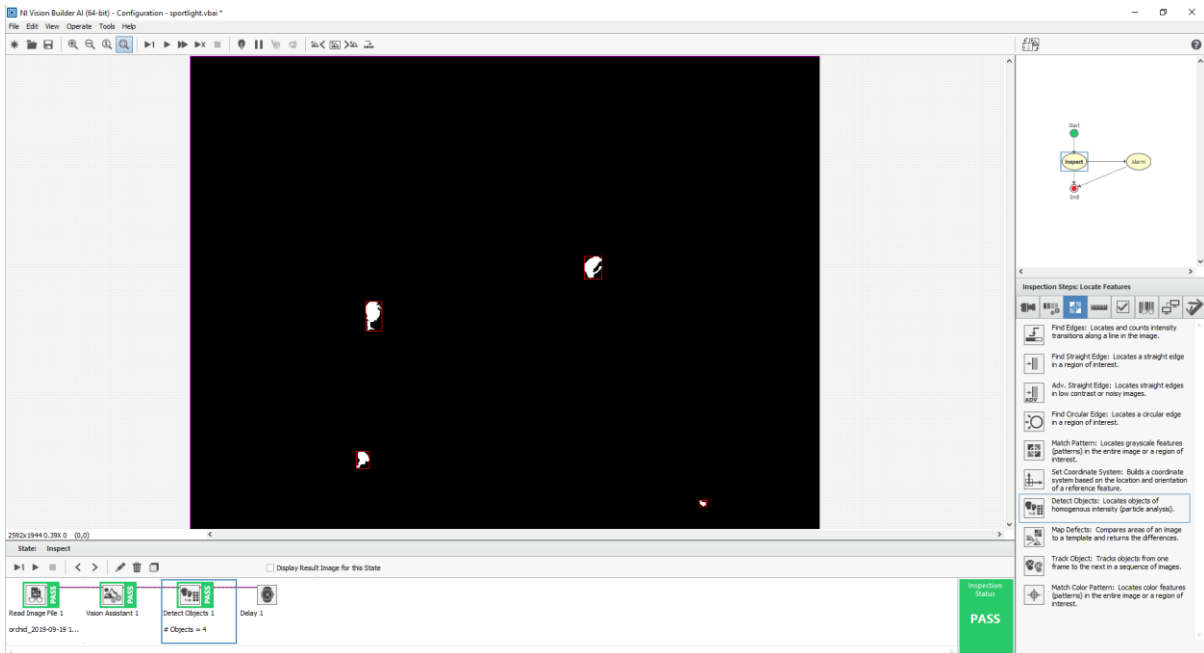
ภาพที่ 19 โปรแกรมลบจุดขนาดเล็ก

1.2.6. Lookup Table ใช้สำหรับปรับแต่งภาพ และใช้สำหรับส่งข้อมูลภาพออกจากกระบวนการ Vision Assistant เพื่อนำออกไปใช้ในกระบวนการต่อ ๆ ไป



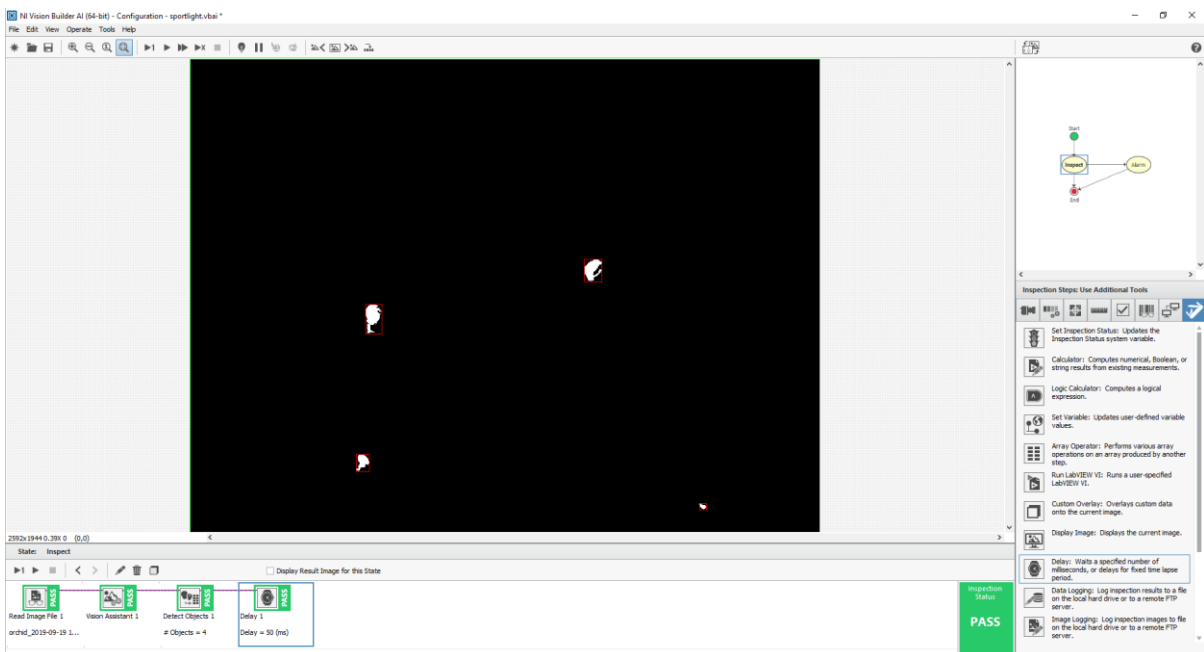
ภาพที่ 20 โปรแกรมแต่งภาพ

### 1.3. Detect Object ใช้สำหรับการตรวจจับวัตถุที่อยู่ในภาพ โดยจะทำการตีกรอบรอบวัตถุและนับจำนวนวัตถุที่ตรวจจับได้



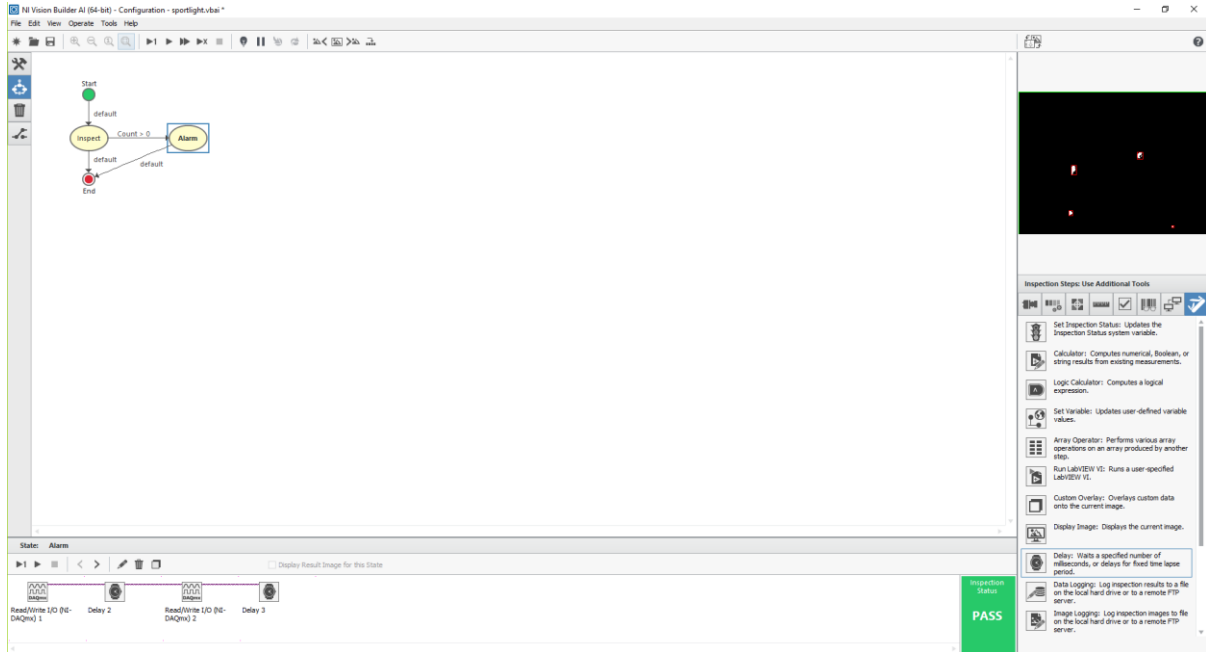
ภาพที่ 21 โปรแกรมตีกรอบรอบวัตถุและนับจำนวนวัตถุ

### 1.4. Delay ใช้สำหรับหน่วงเวลาก่อนจะเริ่มทำงานในขั้นตอนถัดไป



ภาพที่ 22 โปรแกรมหน่วงเวลา

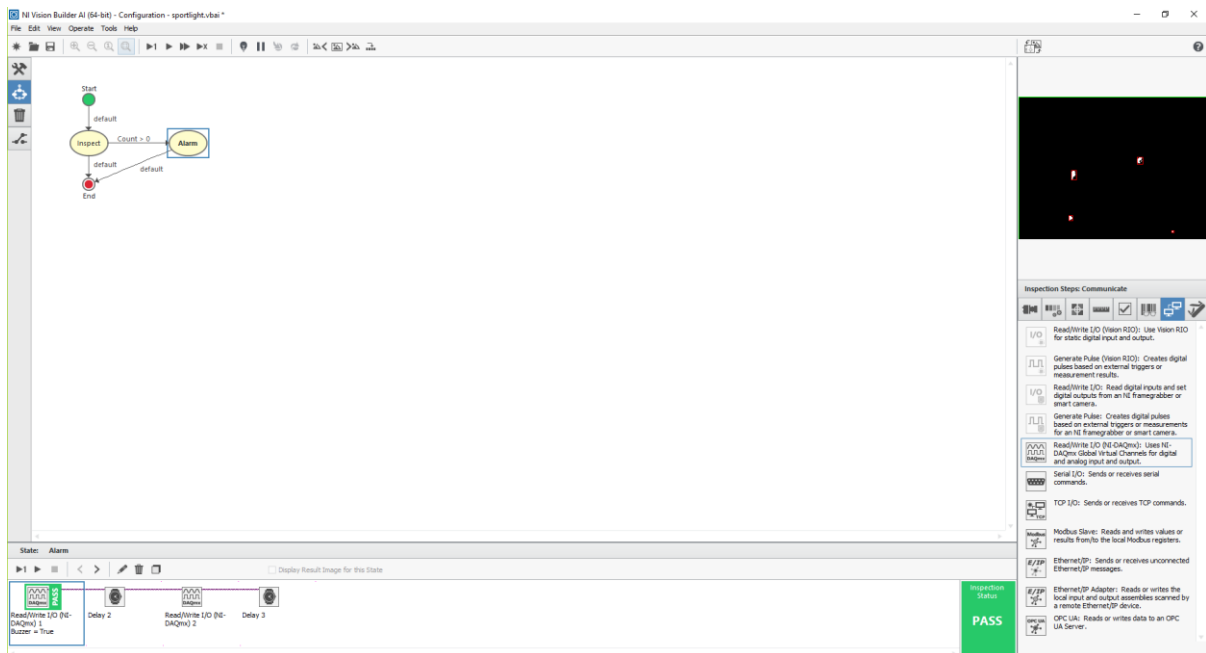
2. โปรแกรมในส่วนแจ้งเตือน (Alarm) โปรแกรมในส่วนนี้จะเริ่มทำงานในกรณีที่กระบวนการ “Detect Object” ตรวจพบวัตถุเท่านั้น (จำนวนวัตถุที่เจอ > 0) ถ้าหาก “Detect Object” ไม่เจอวัตถุก็จะข้ามการทำงานในส่วนนี้ไป



ภาพที่ 23 โปรแกรมแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบหอย

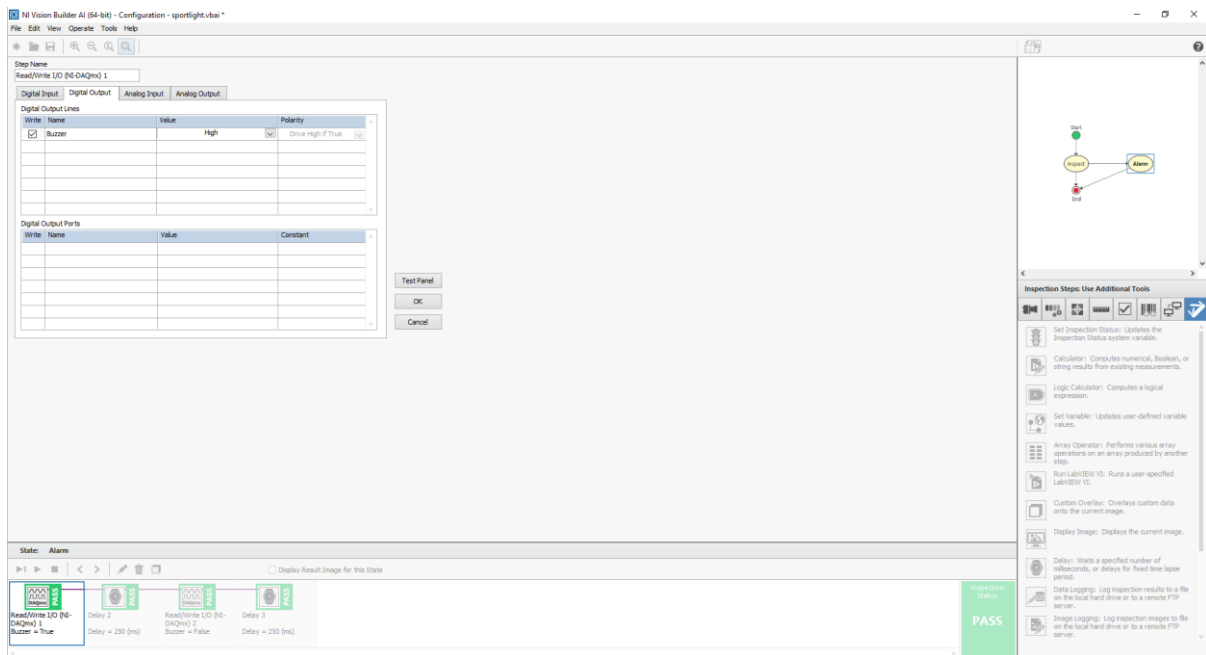
โปรแกรมแจ้งเตือนจะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 2.1. Read/Write I/O (NI-DAQmx) ใช้สำหรับการควบคุมการทำงานของขาอินพุตและขาเอาต์พุตของอุปกรณ์ที่รองรับกับโปรแกรม NI-DAQmx



ภาพที่ 24 ภาพรวมโปรแกรมแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบหอย

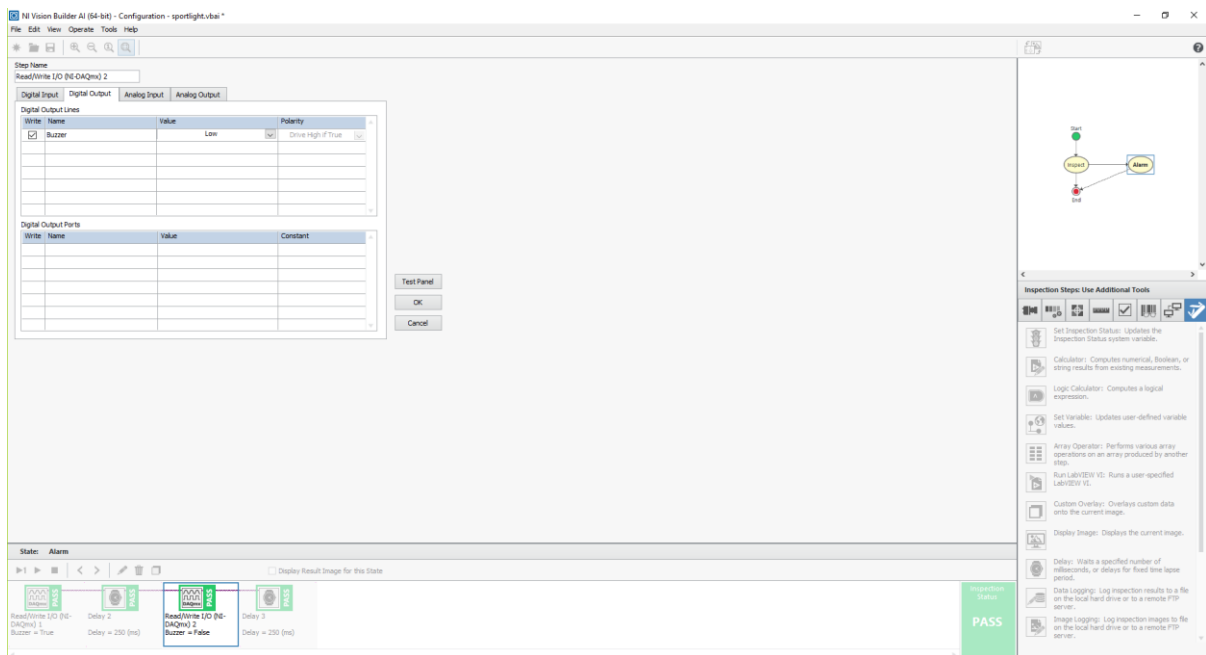
ในขั้นตอนนี้จะใช้สำหรับการควบคุมขาสัญญาณเอาต์พุตของอุปกรณ์เพื่อนำไปใช้สำหรับควบคุมการทำงานของ Buzzer ให้เริ่มส่งเสียงเตือน



ภาพที่ 25 โปรแกรมควบคุมขาสัญญาณไปยังลำโพง

2.2. Delay ใช้สำหรับกำหนดระยะเวลาที่จะสั่งให้ Buzzer ทำงาน

2.3. Read/Write I/O (NI-DAQmx) ใช้ควบคุมขาสัญญาณเอาต์พุตของ Buzzer เพื่อสั่งให้หยุดทำงาน



ภาพที่ 26 โปรแกรมควบคุมขาสัญญาณไปยังลำโพง

2.4. Delay ใช้สำหรับหน่วงเวลาก่อนจะเริ่มทำงานในขั้นตอนถัดไป

### 3. ผลการทดสอบเครื่องตรวจหาหอยแบบปรับปรุง

ผลการทดสอบเครื่องตรวจหาหอยแบบปรับปรุงพบว่าสามารถตรวจจับหอยศัตรูกล้วยไม้ได้ทุกภาค บรรจุช่อกกล้วยไม้ที่ผ่านการพ่นฝอยน้ำแล้ว เครื่องสามารถจับขนาดวัตถุได้เล็กสุดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร แต่หอยศัตรูกล้วยไม้ที่ติดไปกับช่อดอกกล้วยไม้มีขนาดเล็กสุดเพียง 3 มิลลิเมตร หอยที่มีขนาดเล็กกว่านั้นไม่ขึ้นไปกินดอก (บริษัท ทีเค ออร์คิด ฟาร์ม จำกัด, 2562) เครื่องมีความสามารถในการทำงาน 127.44 กิโลกรัม/วัน เมื่อเทียบกับการใช้แรงงาน 4 คน สามารถคัดกล้วยไม้ได้ 70.46 กิโลกรัม/วัน

### 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

ต้นแบบที่พร้อมจะทำการถ่ายทอดให้ผู้ผลิตนำไปผลิตจำหน่ายได้ เป็นเครื่องที่ใช้งานได้ง่าย และมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ สามารถนำไปปรับใช้กับพืชชนิดอื่นๆ ได้ต่อไป ผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้สามารถนำไปใช้ทดแทนแรงงานคนได้

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมมีลิขสิทธิ์โปรแกรม Labview 2018 และ NI Vision builder แล้ว แต่เนื่องจากต้นแบบชุดตรวจจับหอยด้วยการประมวลผลภาพในโครงการนี้ ประกอบด้วยกล้อง คอมพิวเตอร์บอร์ดเชื่อมต่อ และ สปอร์ตไลท์ มีราคารวม 112,000 บาท ดังนั้นจึงควรขอโครงการวิจัยต่อเนื่องเพื่อดำเนินการวิจัยลดต้นทุนเครื่องต้นแบบในส่วนดังกล่าวลงโดยการใช้ บอร์ดกล้อง บอร์ดรับส่งสัญญาณ บอร์ดคำนวณ Raspberry Pi และ สปอร์ตไลท์ ซึ่งมีจะมีราคารวมเพียง 22,580 บาท ต่อไป

### 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

ต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ

### 11. คำขอขอบคุณ (ถ้ามี) :-

-

### 12. เอกสารอ้างอิง :

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

กระทรวงพาณิชย์. 2559. ข้อมูลการส่งออกกล้วยไม้. กระทรวงพาณิชย์. แหล่งที่มา URL <http://www2.ops3.moc.go.th/#> (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2559).

คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตร. 2552. มาตรฐานสินค้าเกษตร: ช่อดอกกล้วยไม้ คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตร. แหล่งที่มา URL [http://www.acfs.go.th/standard/download/orchid\\_cut\\_flower.pdf](http://www.acfs.go.th/standard/download/orchid_cut_flower.pdf) (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2558).

- คุณดาราวพร รินทะรักษ์. 2553. กลุ่มกิ้งก่าและสัตว์วิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร  
Land Snail Pests of Orchids in Thailand หอยศัตรูกล้วยไม้ในประเทศไทย. แหล่งที่มา URL  
<http://www.malaeng.com>  
/blog/?cat=138 (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2558).
- ใจทิพย์ วานิชชัง บัณฑิต จริโมภาส และ อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล. 2553. การตัดคุณภาพความสูงแก่ของผลแก้ว  
มังกรโดยใช้ Partial Least Square Regression Model. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (ฉบับพิเศษ)  
2553, 41:1: 365-368.
- ชมพูนุท จรรยาเทศ. 2551. แนะนำวิธีกำจัด “หอยทาก” ศัตรูสำคัญของกล้วยไม้. หนังสือพิมพ์เดลินิวส์. วันที่ 1  
กันยายน 2551 แหล่งที่มา URL <http://www.phtnet.org/news51/view-news.asp?nid=529>  
(สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2558).
- ชูศักดิ์ ขวประดิษฐ์. 2555. การศึกษาและพัฒนาการตรวจหาศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ ใน: รายงาน  
ความก้าวหน้ากรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2555.
- ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์ และ ละมุล วิเศษ. 2554. การประเมินการตกกระบนผิวกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ.  
วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (ฉบับพิเศษ) 2554: 42:3: 81-84.
- จิตติมา วงษ์ชีรี เดชคุรุสิณป์ เพ็ญชัย ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และเฉลิมชัย วงษ์อารี. 2553. การทำนายการเกิดโรค  
แอนแทรคโนสของผลมะม่วงระยะแก่เขียวด้วยการประมวลผลภาพ. หน้า 95. ใน: การสัมมนาทาง  
วิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 8 1-3 กันยายน 2553 ณ โรงแรมดิเอ็มเพรส  
จังหวัดเชียงใหม่
- นวกัทราน หนูนาคน นพรัตน์ สุขเกษม และ ทวีพล ชื้อสัตย์. 2554 (ก). การวัดปริมาตรผักและผลไม้ด้วยวิธี  
ลำแสงเลเซอร์ตัดขวาง. หน้า 80. ใน: การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่  
12 31 มีนาคม - 1 เมษายน 2554 ณ. จังหวัดชลบุรี
- นวกัทราน หนูนาคน พงศ์เทพ ศรีสกุลเตียว ทวีพล ชื้อสัตย์. 2554(ข). เครื่องัดขนาดปลาด้วยเทคนิคลำแสงเลเซอร์  
ตัดขวาง. หน้า 81. ใน: การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12 31  
มีนาคม - 1 เมษายน 2554 ณ. จังหวัดชลบุรี
- นิติพงษ์ ใจสิน ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์ และ อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล. 2554. การประเมินขนาดและหาตำแหน่งลำไย  
บนช่อด้วยเทคนิคการประมวลผลด้วยภาพ. หน้า 79. ใน: การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตร  
แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12 31 มีนาคม - 1 เมษายน 2554 ณ. จังหวัดชลบุรี
- ปราสาททอง พรหมเกิด. 2556. หอยและทากศัตรูกล้วยไม้และการป้องกันกำจัด. หน้า 5-10. ใน: การสัมมนา  
วิชาการเรื่องแมลงและสัตว์ศัตรูพืชกับการส่งออกกล้วยไม้ 27 ธันวาคม 2556 ณ. จังหวัดสุพรรณบุรี
- ปรีดาพรรณ ไชยศรีชลธาร. 2556. การศึกษาและพัฒนาการตรวจหาศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ ใน:  
รายงานความก้าวหน้ากรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2556.

- พรทิพา เจือกโ้ว้น โทโมฮิโระ ทาคิกาวา ฮิเดโอะ ฮาเซกาวา และ มาซายุกิ โคอิเคะ. 2554. การประเมินความสุก  
แก่ของผลปาล์มน้ำมันโดยการใช้เทคโนโลยีประมวลผลภาพ Hyperspectral image. วารสาร  
วิทยาศาสตร์เกษตร (ฉบับพิเศษ) 2554: 42:1: 63-66.
- วิจิต นางแล และ นิตินพงษ์ ใจสิน. 2552. การสร้างเครื่องมือคัดแยกผลสับปะรดโดยวิธีการตัดแยกด้วยภาพ. หน้า  
1 – 21. ใน: การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ประจำปี 2552 แหล่งที่มา URL  
<http://www.ind.cru.ac.th/articleind/12.pdf> (สืบค้นเมื่อวันที่ 22 มิถุนายน 2558).
- สุวรรณ เอกรัมย์ และ วีระศักดิ์ เลิศสิริโยธิน. 2555. โปรแกรมประมวลผลภาพถ่ายเพื่อระบุพื้นที่ความผิดปกติ  
ของคุณภาพด้านสีของผักสลัด. หน้า 100-101. ใน: การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย  
ครั้งที่ 13 4-5 เมษายน 2555 ณ. จังหวัดเชียงใหม่
- 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.
- Jarimopas, B., Jaisin, N., 2008. An experimental machine vision system for sorting sweet tamarind.  
Journal of Food Engineering 89 2008: 291–297
- Jun Zhao, Joel Tow and Jayantha Katupitiya. 2005. On-tree Fruit Recognition Using Texture  
Properties and Color Data. 263-268. In: Intelligent Robots and Systems, 2005 IEEE/RSJ  
International Conference
- Rizon, Yazid, H., M., P Saad, A.Y.M. Shakaff, S. Yaacob, A.R.M. Saad and M. Sugisaka, 2005., Object  
Detection using Circular Hough Transform. American Journal of Applied Sciences 2 (12)  
2005: 1606-1609.

### 13. ภาคผนวก : -