

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : -
2. โครงการวิจัย : วิจัยเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ
กิจกรรม : การทดสอบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ต้นแบบ
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) :
การทดลอง 2 : การทดสอบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ต้นแบบกับรูปแบบชอกกล้วยไม้

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ): Study and Development on Orchid Snails Detecting
Prototype Machine with Orchid Bouquet Pattern

4. คณะผู้ดำเนินงาน
- | | | |
|-----------------|-------------------------|---------------------------------|
| หัวหน้าการทดลอง | : ปรีดาพรรณ ไชยศรีชลธาร | สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม |
| ผู้ร่วมงาน | จิรวีส์ เจียรตระกูล | สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม |
| | อนุชิต ฉ่ำสิงห์ | สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม |
| | เอกภาพ ป่านภูมิ | สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม |
| | ปราสาททอง พรหมเกิด | สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม |
| | จงวัฒนา พุ่มหิรัญ | ที่ปรึกษาโครงการ |
| | ชูศักดิ์ ขวประดิษฐ์ | ที่ปรึกษาโครงการ |

5. บทคัดย่อ :

เครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลใช้หลักการจากพฤติกรรมของหอยที่เป็นสัตว์เลื้อยคลานจะหลบอยู่ตามซอกของลำต้น ใบและดอก และจะออกมาเมื่อฝนตก ในทางปฏิบัติผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้จะจุ่มชอกกล้วยไม้ในน้ำเย็นจัด (น้ำผสมน้ำแข็ง) แล้วใช้แรงงานคนในการตรวจหาตัดแยกหอยศัตรูกล้วยไม้ การทดลองพรมกล้วยไม้ด้วยน้ำเย็นหรือจุ่มชอกกล้วยไม้ในน้ำเย็นจัดเพื่อให้หอยขึ้นมาอยู่ด้านบนของชอกกล้วยไม้ จะสามารถบันทึกภาพและตรวจหาหอยที่แอบซ่อนตามชอกกล้วยไม้ได้ เครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพของกรมวิชาการเกษตร สำเร็จในปี

2562 ตัวเครื่องประกอบด้วย ระบบพ่นน้ำ สายพานลำเลียง ชุดจับภาพและวิเคราะห์ภาพ ประกอบด้วย กล้อง คอมพิวเตอร์ บอร์ดเชื่อมต่อ และ สปอร์ตไลท์ สามารถทำงานได้ต่อเนื่องโดยไม่ต้องหยุดพัก เทคโนโลยีนี้ใช้โปรแกรม Vision builder ในการตรวจหา สี ขนาด ของหอยด้วยการประมวลผลภาพแล้ว แจ้งเตือน สามารถตรวจจับหอยศัตรูกล้วยไม้ได้ทุกสภาพบรรจุช่อกล้วยไม้ที่ผ่านการพ่นพ่นน้ำแล้ว เครื่องต้นแบบจากทดลองนี้ถูกนำไปทดลองในการทดลองที่ 2 เรื่อง การทดสอบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ต้นแบบกับรูปแบบช่อกล้วยไม้ เครื่องสามารถจับขนาดวัตถุได้เล็กสุดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร แต่หอยศัตรูกล้วยไม้ที่ติดไปกับช่อดอกกล้วยไม้มีขนาดเล็กสุดเพียง 3 มิลลิเมตร หอยที่มีขนาดเล็กกว่านั้นไม่ขึ้นไปกินดอก (บริษัท ทีเค ออร์คิด ฟาร์ม จำกัด, 2562) เครื่องมีความสามารถในการทำงาน 127.44 กก./วัน เมื่อเทียบกับการใช้แรงงาน 4 คน สามารถคัดกล้วยไม้ได้ 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 หรือที่มีร่องรอยการทำลายของ

ศัตรูพืช หรือที่มีตำหนิออกอาศัยการตรวจพินิจโดยการใช้สายตาเป็นหลักสอดคล้องกับมาตรฐานสินค้าเกษตร การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงคัดบรรจุดอกกล้วยไม้ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552)

ผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้เรียกร้องให้จัดหาเครื่องมือหรืออุปกรณ์มาทดแทนแรงงานคนเพื่อใช้ในการตรวจสอบศัตรูพืช เนื่องจากแรงงานต้องเพ่งสายตาดูหาศัตรูพืชจากช่อกล้วยไม้เป็นเวลานานเกิดความเมื่อยล้า กรมวิชาการเกษตรจึงได้ศึกษาแนวทางการตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ พบว่า การวิเคราะห์ภาพที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล (Digital image) ด้วยการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยสี (Color) ขนาด (Size) รูปทรงสัญญาณ (Shape) และความเลื่อมมัน มันวาว (Glossy) ของศัตรูกล้วยไม้ ในโปรแกรมสำเร็จรูป Matlab ซึ่งมีความสามารถในการ Scan หาปัจจัยต่างๆ ตามที่กำหนดจากภาพแบบดิจิทัล ตัวอย่างเช่น : หอยดักดานในกล้วยไม้ จากการศึกษาปัจจัยพบว่า มีสีน้ำตาล ขนาด 3 ถึง 6 มิลลิเมตร การสะท้อนแสงแตกต่างจากส่วนต่างๆ ของช่อกล้วยไม้ ก็จะสามารถใช้ปัจจัยทั้งสี่ดังกล่าวมาใช้ในการแยกหรือค้นหาหอยได้ (ชูศักดิ์, 2555) รูปร่างของหอยดักดานทั้งตัวใหญ่ ตัวกลาง และตัวเล็ก ประมวลผลภาพด้วยสมการรูปร่าง มีพื้นที่วัสดุที่จับได้ (Area) มีค่าอยู่ในช่วง 51 – 67 (ไม่มีหน่วย) ซึ่งแตกต่างจากส่วนประกอบอื่นๆ ของกล้วยไม้ ซึ่งทำให้เห็นว่า มีแนวโน้มในการแยกหอยออกจากกล้วยไม้และวัสดุอื่น (ปริตววรรณ, 2556)

ขั้นตอนหนึ่งในการจัดการกล้วยไม้หลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออกกล้วยไม้ไปต่างประเทศ โรงคัดบรรจุต้องจ้างแรงงานในการตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ที่ติดมากับกล้วยไม้ที่จะส่งออก เพื่อให้การตรวจหาหอยที่ติดมากับช่อกล้วยไม้มีประสิทธิภาพ แรงงานต้องเพ่งสายตาดูหาหอยจากช่อกล้วยไม้เป็นเวลาต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง แล้วพักสายตา 15 นาที จึงเริ่มตรวจหาหอยจากช่อกล้วยไม้อีกครั้ง ทำให้เกิดข้อเรียกร้องจากผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ในการหาเครื่องมือหรืออุปกรณ์มาทดแทนแรงงานคนที่หายาก เนื่องจากเป็นงานที่ทำให้เกิดความเมื่อยอ่อนล้าในการทำงานและการขาดแคลนแรงงานที่มีความชำนาญ รอบคอบในการคัดแยก ดังนั้นการตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมและมีความเป็นไปได้ที่สุดในการใช้แทนการตรวจหาด้วยตามนุษย์ โดยเฉพาะในการปฏิบัติกรอย่างต่อเนื่องและยาวนานสามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมงโดยไม่ต้องหยุดพัก เทคโนโลยีนี้ใช้โปรแกรม Matlab ในการตรวจหา สี ขนาด รูปทรงสัญญาณ (Shape) เพื่อตรวจหาหอยด้วยการประมวลผลภาพ

การศึกษาวิจัยเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ เป็นงานวิจัยต่อยอดจากการศึกษาและพัฒนาการตรวจหาศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ เพื่อสนองต่อนโยบายของรัฐในการพัฒนาการส่งออกกล้วยไม้ซึ่งแนวโน้มมีความต้องการเพิ่มมากขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการส่งออกกล้วยไม้ไทยและเป็นเครื่องมือที่ช่วยลดข้อโต้แย้ง รวมทั้งการตั้งข้อกีดกันในทางการค้า

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. กล้วยไม้
2. หอย

- วิธีการ

การทดลอง 2 : การทดสอบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ต้นแบบกับรูปแบบช่อกกล้วยไม้

- 1) ดำเนินการจับภาพหอยในสภาพแวดล้อมที่มีวัสดุอื่น เช่น ใบไม้ และกล้วยไม้
- 2) รวบรวมช่อกกล้วยไม้ที่จะใช้ทดสอบแล้วจัดเตรียมช่อดอกกล้วยไม้เพื่อทดสอบตามแผนการทดลอง CRD 3 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ดังนี้
 - 2.1 ดอกกล้วยไม้ดอกเดี่ยววางแผ่
 - 2.2 ดอกกล้วยไม้เป็นช่อเดี่ยววางแผ่
 - 2.3 ดอกกล้วยไม้เป็นช่อมัดรวม 10 ช่อ/มัดวางแผ่
- 3) นำช่อกกล้วยไม้ซึ่งมีหอยศัตรูกล้วยไม้ ขนาด 1 - 10 มิลลิเมตร ผ่านกระบวนการที่สร้างขึ้นทั้ง พรหมหรือจุ่มในน้ำเย็น ทิ้งระยะเวลาให้หอยขึ้นมาอยู่ด้านบน ถ่ายภาพและวิเคราะห์ผลภาพ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ต้นแบบเทียบกับการตรวจหาหอยด้วยแรงงานคน
- 4) ปรับปรุงกระบวนการตรวจหาหอยที่ใช้กับเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ต้นแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน
- 5) สรุปและงานผลการวิจัย
 - KPIs
 - ไตรมาส 3 ได้ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตรวจหาหอย
 - ไตรมาส 4 ได้ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตรวจหาหอยที่ปรับปรุงแล้ว
 - เวลาละสถานที่
 - ระยะเวลาที่ดำเนินการ ปีที่เริ่มต้น 2560 ปีที่สิ้นสุด 2562
 - กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว หมู่ 13 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

8. ผลการทดลองและวิจารณ์ :

การทดลอง 2 : การทดสอบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ต้นแบบกับรูปแบบช่อกกล้วยไม้

- 1) ศึกษา ออกแบบระบบควบคุมการพ่นฝอยน้ำเย็นและการจุ่มช่อกกล้วยไม้ในน้ำเย็นเพื่อให้หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในช่อกกล้วยไม้
- 2) สร้าง และทดสอบระบบควบคุมการพ่นฝอยน้ำเย็น เพื่อให้หอยศัตรูพืชออกจากที่ซ่อนในช่อกกล้วยไม้ อย่างน้อย 3 ระดับตั้งแต่ระดับเทียบเท่าฝนตกล็กน้อยจนถึงฝนตหนัก (วัดปริมาณน้ำเทียบตามหลักอุตุนิยมิทยา ฝนตกล็กน้อย 0.1 – 10.0 มิลลิเมตร/วัน ฝนตกปานกลาง 10.1 – 35.0 มิลลิเมตร/วัน และฝนตหนัก 35.1 – 90.0 มิลลิเมตร/วัน) ระยะเวลาที่หอยคลานออกมา สอดคล้องกับการทำงานแบบเดิมของโรงคัดบรรจุกล้วยไม้ซึ่งทำการจุ่มช่อดอกกล้วยไม้ในน้ำเย็น
- 3) ศึกษา ออกแบบต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ
- 4) สร้างและทดสอบเบื้องต้นต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ
- 5) ปรับปรุง พัฒนาต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ

6) ทดสอบการใช้งานต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ ที่ปรับปรุงและพัฒนาแล้ว

7) สรุปและงานผลการวิจัย

- KPIs

ไตรมาส 1 ได้แบบระบบควบคุมระบบน้ำเย็นเบื้องต้น

ไตรมาส 1 ได้ต้นแบบระบบน้ำ

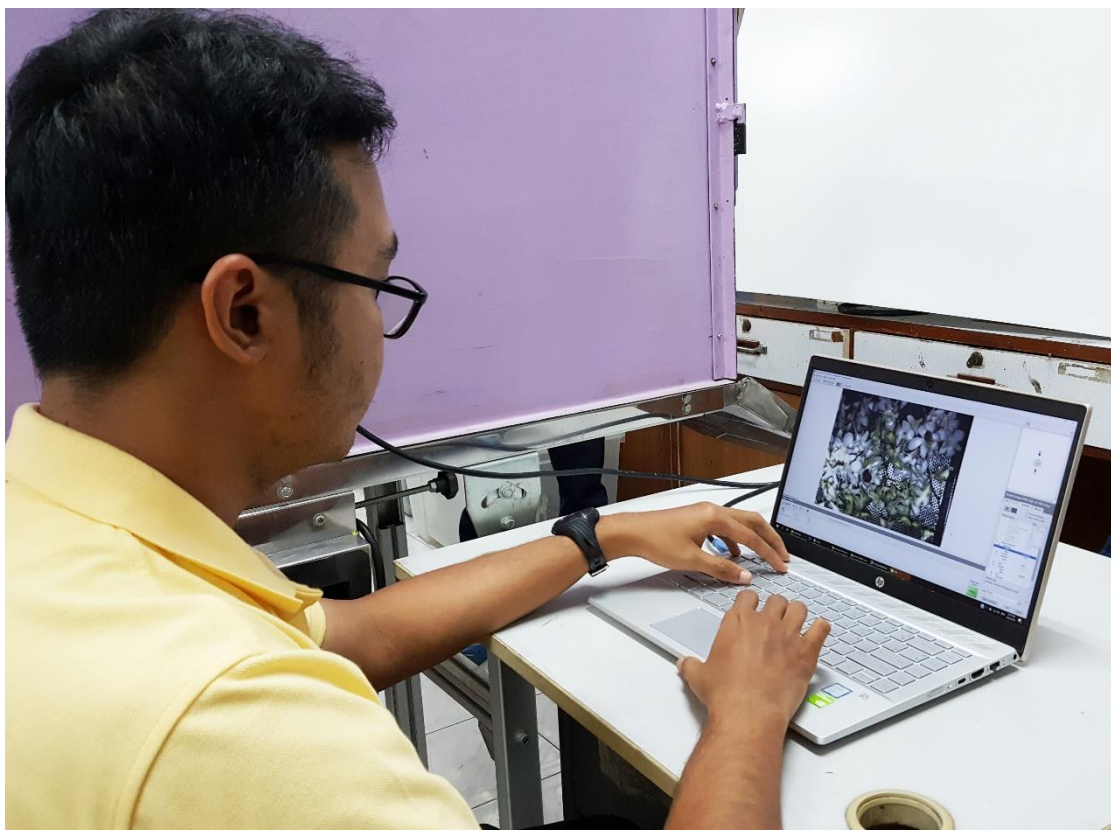
ไตรมาส 2 ได้ผลการทดสอบเครื่องตรวจหาหอยเบื้องต้น

ไตรมาส 3 ได้ต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยแบบปรับปรุง

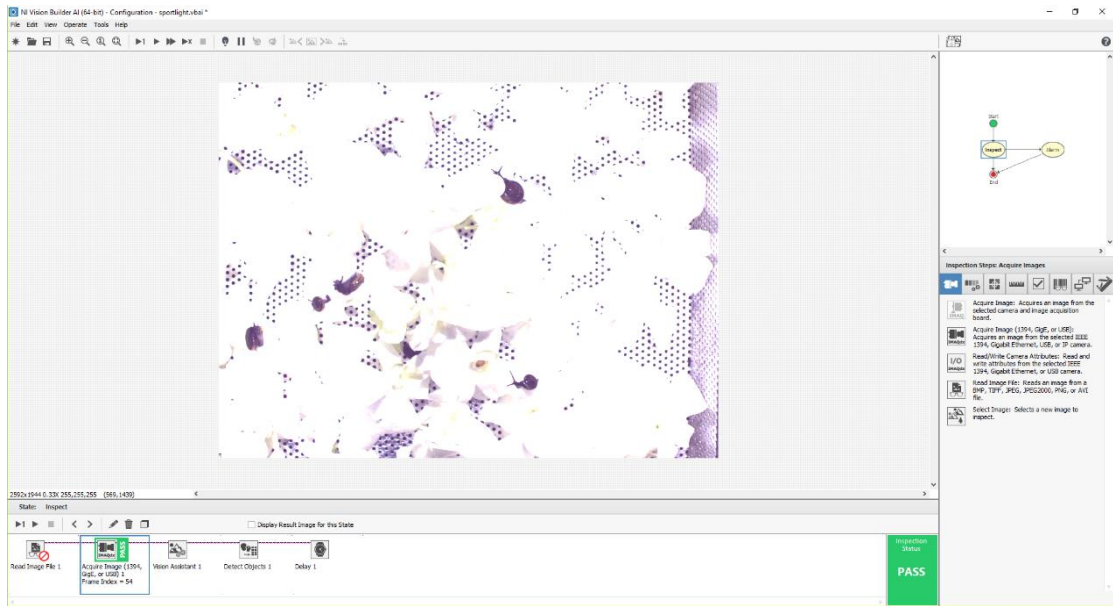
ไตรมาส 4 ได้ผลการทดสอบเครื่องตรวจหาหอยแบบปรับปรุง

- ผลการทดลอง

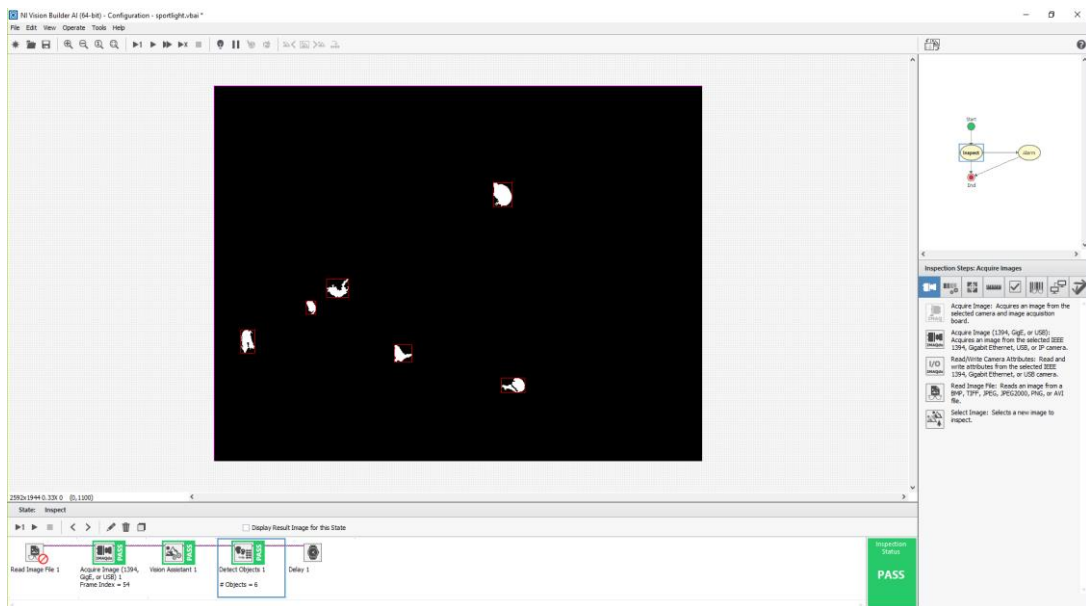
ผลการทดสอบจับภาพหอย ดังภาพที่ 1 - 4 จากการประชุมแผนบูรณาการวิจัยและพัฒนาเพื่อความยั่งยืนของกล้วยไม้และไม้ดอกไม้ประดับ มีมติให้เน้นการตรวจหาหอยในกล้วยไม้ที่ยังไม่ได้มัดข้อ อาจมีลักษณะเป็นกล้วยไม้ดอกเดี่ยววางแผ่หรือช่อเดี่ยววางแผ่ เพื่อให้สอดคล้องกับกระบวนการทำงานในโรงคัดบรรจุกล้วยไม้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองซึ่งพบว่า เครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้สามารถจับหอยซึ่งอยู่ในลักษณะกล้วยไม้ดอกเดี่ยววางแผ่หรือช่อเดี่ยววางแผ่ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งแบบมีหอยในถาดและไม่มีหอยในถาด แต่มีความผิดพลาด 35 เปอร์เซ็นต์ สำหรับถาดที่ไม่มีหอยและวางกล้วยไม้แบบช่อมัดรวม 10 ช่อ/มัดวางแผ่



ภาพที่ 1 การทดสอบตรวจจับหอยในรูปแบบช่อดอกกล้วยไม้ต่างๆ

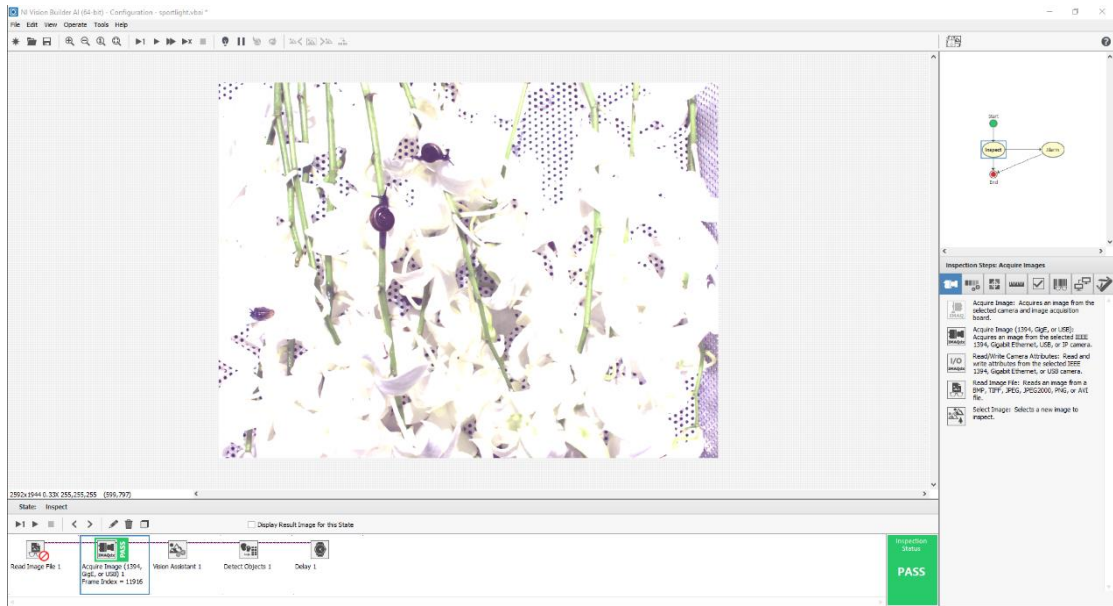


(ก)

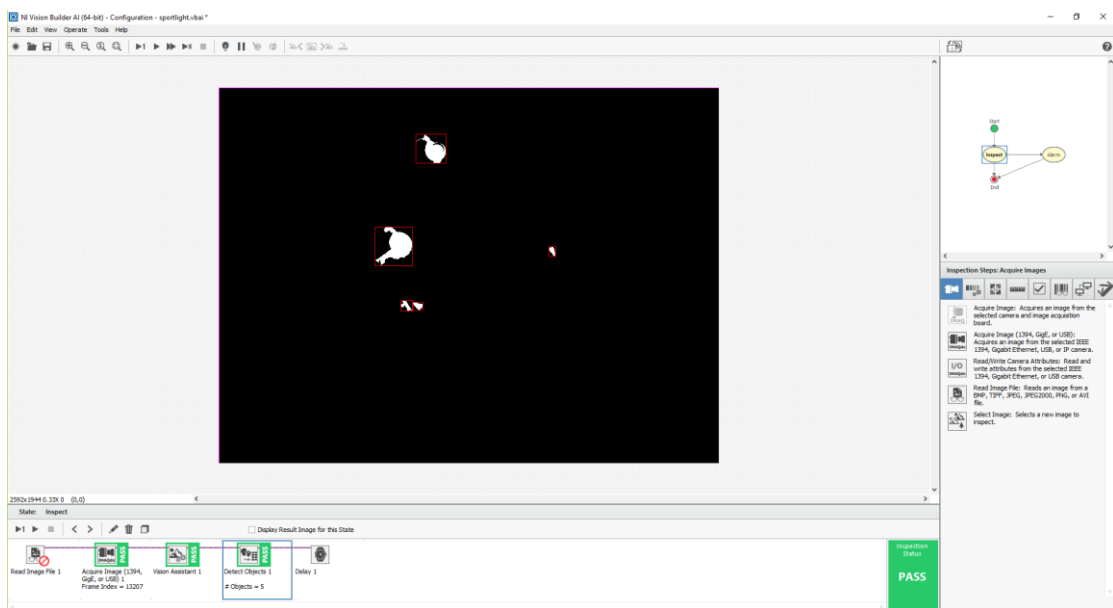


(ข)

ภาพที่ 2 ผลการทดสอบดอกกล้วยไม้ดอกเดี่ยววางแม่;
 (ก) ภาพก่อนประมวลผล และ (ข) ภาพหลังประมวลผล



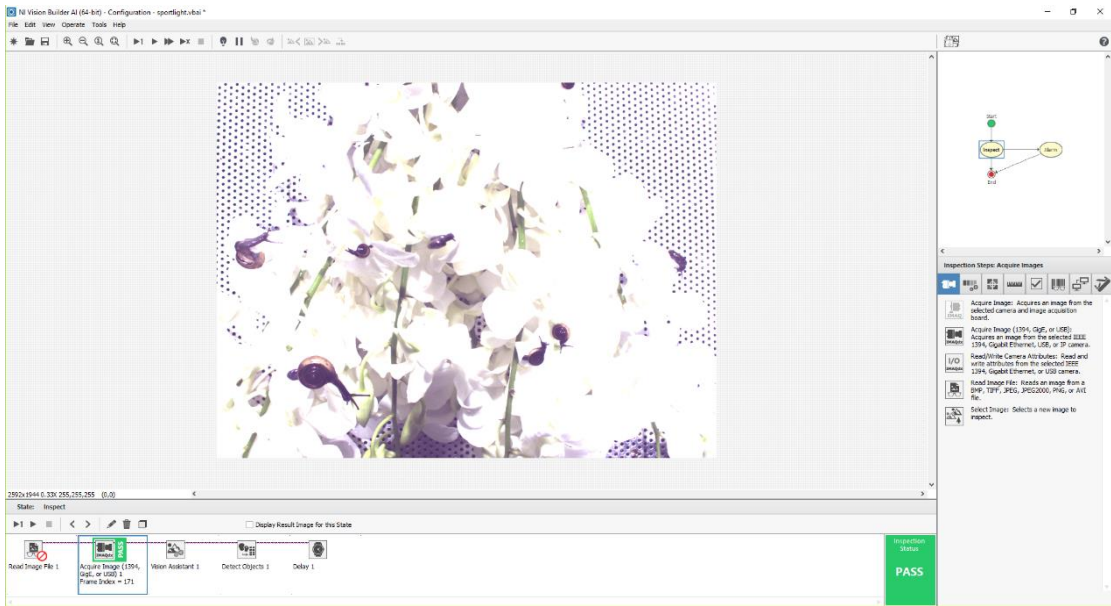
(ก)



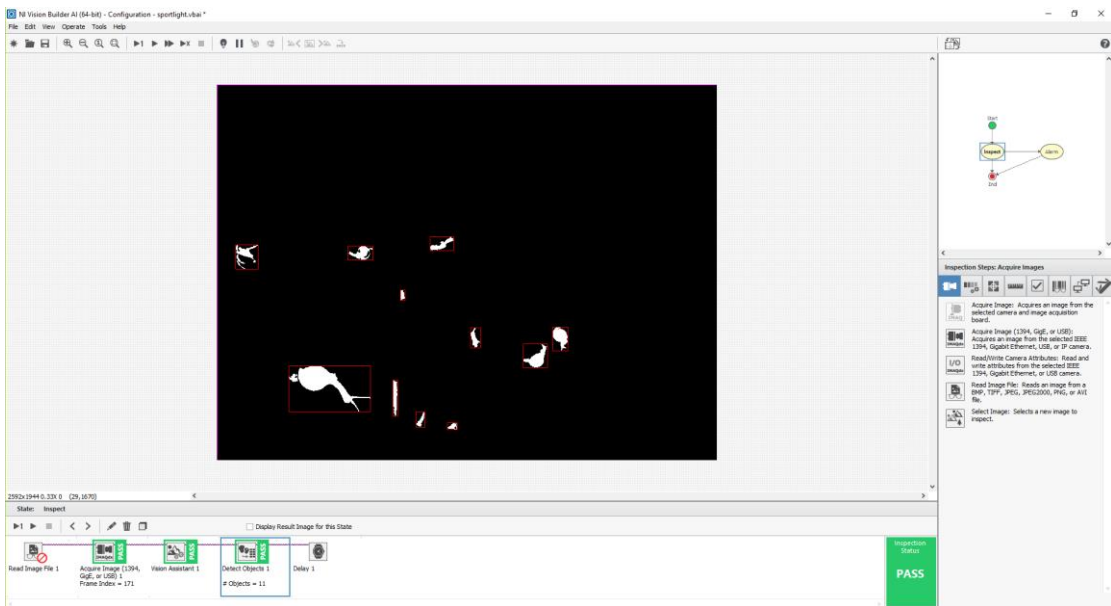
(ข)

ภาพที่ 3 ผลการทดสอบดอกไม้เป็นข้อเดี่ยววางแผ่;

(ก) ภาพก่อนประมวลผล และ (ข) ภาพหลังประมวลผล



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 ผลการทดสอบดอกกล้วยไม้เป็นช่อมีตรวม 10 ช่อ/มัดวางแผ่;

(ก) ภาพก่อนประมวลผล และ (ข) ภาพหลังประมวลผล

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

ต้นแบบที่พร้อมจะทำการถ่ายทอดให้ผู้ผลิตนำไปผลิตจำหน่ายได้ เป็นเครื่องที่ใช้งานได้ง่าย และมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ สามารถนำไปปรับใช้กับพืชชนิดอื่นๆ ได้ต่อไป ผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้สามารถนำไปใช้ทดแทนแรงงานคนได้

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

ต้นแบบเครื่องตรวจหาหอยศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) :-

-

12. เอกสารอ้างอิง :

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

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

คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตร. 2552. มาตรฐานสินค้าเกษตร: กล้วยไม้. คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตร. แหล่งที่มา URL http://www.acfs.go.th/standard/download/orchid_cut_flower.pdf (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2558).

คุณดารารพร 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. การคัดคุณภาพความสุกแก่ของผลแก้วมังกรโดยใช้ Partial Least Square Regression Model. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (ฉบับพิเศษ) 2553, 41:1: 365-368.

ชมพูพุก 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: รายงานความก้าวหน้ากรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2555.

ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์ และ ละมุล วิเศษ. 2554. การประเมินการตกกระบนผิวกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (ฉบับพิเศษ) 2554: 42:3: 81-84.

จิตติมา วงษ์ชีรี เดชคุรัฐสินป์ เพ็ญชัย ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และเฉลิมชัย วงษ์อารี. 2553. การทำนายการเกิดโรคแอนแทรกคโนสของผลมะม่วงระยะแก่เขียวด้วยการประมวลผลภาพ. หน้า 95. ใน: การสัมมนาทาง

วิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 8 1-3 กันยายน 2553 ณ โรงแรมดิเอ็มเพรส
จังหวัดเชียงใหม่

นวกัทราน นพรัตน์ สุขเกษม และ ทวีพล ชื้อสัตย์. 2554 (ก). การวัดปริมาตรผักและผลไม้ด้วยวิธี
ลำแสงเลเซอร์ตัดขวาง. หน้า 80. ใน: การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่
12 31 มีนาคม - 1 เมษายน 2554 ณ. จังหวัดชลบุรี

นวกัทราน นพรัตน์ พงศ์เทพ ศรีสกุลเตียว ทวีพล ชื้อสัตย์. 2554(ข). เครื่องคัดขนาดปลาด้วยเทคนิคลำแสงเลเซอร์
ตัดขวาง. หน้า 81. ใน: การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12 31
มีนาคม - 1 เมษายน 2554 ณ. จังหวัดชลบุรี

นิติพงษ์ ใจสิน ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์ และ อนุพันธ์ เทอดวงค์วรกุล. 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

ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร. 2556. การศึกษาและพัฒนาการตรวจหาศัตรูกล้วยไม้ด้วยการประมวลผลภาพ ใน:
รายงานความก้าวหน้ากรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2556.

พรทิพา เจือกไว้น โทโมฮิโระ ทาคิกาวา ฮิเดโอะ ฮาเซกาวา และ มาซาฮิโกะ โคอิเคะ. 2554. การประเมินความสุก
แก่ของผลปาล์มน้ำมันโดยการใช้เทคโนโลยีประมวลผลภาพ Hyperspectral image. วารสาร
วิทยาศาสตร์เกษตร (ฉบับพิเศษ) 2554: 42:1: 63-66.

วิจิต นางแล และ นิติพงษ์ ใจสิน. 2552. การสร้างเครื่องมือคัดแยกผลสับปะรดโดยวิธีการคัดแยกด้วยภาพ. หน้า
1 – 21. ใน: การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 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: การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่ง
ประเทศไทย 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 :-