

# การพัฒนาเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้เครื่องจักรกลวิทัศน์

## Development of a sorting machine for dried yellow-stripe trevally fish using machine vision

คุณาวุฒิ คุณา,<sup>1</sup> จักรมาส เลหาวิช,<sup>2</sup> เกสร วงศ์เกษม<sup>3</sup>

Kunawut Kuna,<sup>1</sup> Juckamas Laohavanich,<sup>2</sup> Kasorn Wongkasem<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

การคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง เป็นการคัดคุณภาพของปลาก่อนใส่บรรจุภัณฑ์เพื่อส่งออกเป็นสินค้าหรือนำสู่กระบวนการอื่นต่อไป ปัจจุบันสินค้าแปรรูปอาหารทะเลที่มีการค้าเชิงพาณิชย์นั้นจะต้องได้รับการวัดคุณภาพหลากหลาย และคุณภาพของปลาข้างเหลืองตากแห้งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี รูปร่าง และขนาด สามารถตรวจวัดคุณภาพได้โดยการใช้แรงงานที่ได้รับการฝึกทักษะและประสบการณ์ของแรงงานแต่ละคน ดังนั้นจุดมุ่งหมายหลักของงานวิจัยนี้ คือ การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้เครื่องจักรกลวิทัศน์ให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่าของแรงงานคนโดยทำการเก็บข้อมูลวิธีการคัดแยกความเร็ว ความแม่นยำในการคัดแยกและลักษณะการปฏิบัติงานของผู้คัดแยกในระดับอุตสาหกรรมมาเป็นตัวแปรกำหนด ผลการศึกษาพบว่าปลาข้างเหลืองตากแห้งที่คัดแยก แบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่มีความยาวเฉลี่ย 6.33 7.42 และ 8.25 เซนติเมตรตามลำดับ ความแม่นยำในการคัดขนาดของปลาข้างเหลืองตากแห้งเฉลี่ย 94.40เปอร์เซ็นต์ ความแม่นยำคัดแยกสีของปลาข้างเหลืองตากแห้งเฉลี่ย 92.80 เปอร์เซ็นต์และความเร็วในการคัดแยกเฉลี่ย 480 ตัวต่อชั่วโมง

**คำสำคัญ:** ปลาข้างเหลืองตากแห้ง เครื่องจักรกลวิทัศน์ เครื่องคัดแยก

### Abstract

Sorting dried yellow-stripe trevally fish is the step of sorting quality prior to packaging for export goods or getting into other process. Currently processed seafood products that have commercially traded must get variety quality measurement. But the quality of dried yellow-stripe trevally fish depending on the physical properties such as color, shape and size can be measured by the quality of the labor force that is up to the skills and experience of individual worker. Hence, the main aim of this research is to design and build sorting machine for dried yellow-stripe trevally fish using machine vision to be effectively equivalent of labor by the collecting the data of sorting means and speed and accuracy separation and performance characteristics of the separator on industrial scales for given variables. The study has found that dried yellow-stripe trevally fish sorted divided into three sizes: small, medium and large, with an average length of 6.33 7.42 and 8.25 cm respectively. The average accuracy of sorting size of dried yellow-stripe trevally fish is 94.40 percent. The

<sup>1</sup> นิสิตปริญญาโท, <sup>2,3</sup> อาจารย์, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

<sup>1</sup> Master's degree student, <sup>2,3</sup> Lecturer, Mechanical engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand.

accuracy of sorting color of dried yellow-stripe trevally fish is 92.80 percent and the average speed of sorting is 480 per hour.

**Keywords:** dried yellow-stripe trevally fish, machine vision, sorting machine

## บทนำ

กระบวนการคัดแยกปลาทะเล เพื่อแปรรูปถือเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีการแบ่งมูลค่ามากหรือน้อยจากลักษณะขนาดปลา ดังนั้นในขั้นตอนการคัดคุณภาพปลาจึงจำเป็นต้องมีความถูกต้องแม่นยำรวมถึงต้องรวดเร็วเพื่อให้สามารถจัดการกับผลผลิตจำนวนมากในสายการผลิตได้ ปัจจุบัน มีการผลิตปลาข้างเหลืองตากแห้ง เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อส่งออกและจำหน่ายภายในประเทศ โดยมีกำลังการผลิตประมาณ หลายๆตันปลาสดต่อวัน ซึ่งจำเป็นต้องใช้แรงงานจำนวนมากในการแปรรูปที่ประกอบด้วย การล้างทำความสะอาด ตัวปลา คัดขนาด ผ่าแร่เนื้อปลา หมักส่วนผสม นำปลามาตากแห้งบนถาดเพื่อตากแห้ง จากนั้นนำปลาที่แห้งแล้วมาคัดเกรดและคุณภาพก่อนบรรจุเพื่อส่งจำหน่ายต่อไป ในการคัดขนาดปลาข้างเหลืองตากแห้งพบว่าเกณฑ์มาตรฐานการคัดแยกขนาดของปลานั้นขึ้นกับความยาวของตัวปลาเท่านั้น ผู้คัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งต้องมีความเชี่ยวชาญและความเร็วในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง คนงานอาจเกิดเหนื่อยล้าจากการทำงานเป็นเวลานานหลายชั่วโมงและใช้แรงงานจำนวนมากการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง นอกจากมีการคัดขนาดแล้ว ยังคัดแยกปลาที่มีปลาที่ไม่ได้คุณภาพ เช่น ปลาแตกหัก สีซีขาวแดง ตัวงอผิดรูป เป็นต้น ทำให้การคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งทำได้ช้าและมีขั้นตอนที่ยุงยาก การใช้แรงงานคนในการคัดแยกปลาด้วยสายตาเป็นหลักก็อาจเกิดความผิดพลาดได้ง่าย และส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตโดยตรง เช่น ขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์แต่ละขนาดไม่ได้มาตรฐาน ต้นทุนการผลิตสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์มี

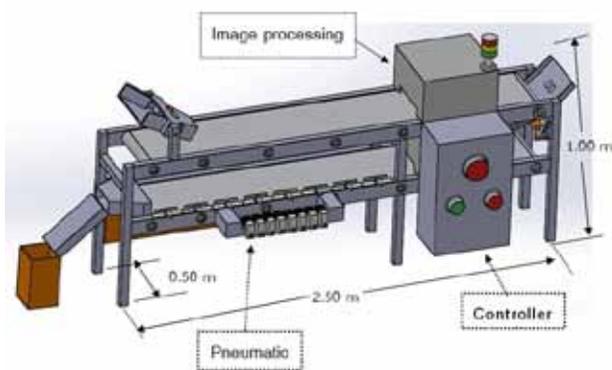
คุณภาพลดลงได้ ด้วยเหตุผลนี้จึงมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ พัฒนาเครื่องจักรกลวิทัศน์นี้เพื่อใช้ในการคัดแยกปลา จะสามารถช่วยแก้ปัญหา และทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตได้เป็นอย่างดี โดยประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านการประมวลผลทางภาพและเทคนิคเครื่องจักรกลวิทัศน์ในการคัดแยกปลาออกเป็นสามขนาดและคัดแยกปลาที่ไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานออก เครื่องนี้จะประกอบด้วยระบบทางกล ระบบควบคุม ระบบกระบวนการทางภาพ ระบบเซ็นเซอร์ต่างๆในการตรวจวัด เพื่อตรวจสอบปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้การประมวลผลทางภาพเพราะฉะนั้นเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งนี้เหมาะสมกับการคัดแยกปลาที่มีความละเอียดสูง แม่นยำและช่วยลดต้นทุนในการผลิตเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มีความผิดพลาดลดน้อยลง เป็นประโยชน์ในการพัฒนากระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

## วิธีการดำเนินงานวิจัย

### การออกแบบสร้างและทดสอบการทำงาน

ในงานวิจัยนี้ ได้มีการพัฒนาออกแบบเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งมีส่วนต่าง ๆ การออกแบบเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งนั้น ได้ออกแบบขนาดของเครื่อง คือ ความกว้าง 0.5 เมตร ความยาว 2.50 เมตร และความสูง 1.70 เมตร ซึ่งเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งที่ออกแบบนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนดัง Figure 1 คือ ส่วนแรกชุดลำเลียงและประมวลผลภาพของปลาข้างเหลืองตากแห้ง ซึ่งจะมีสายพานลำเลียงแบบ PVC สีขาว กว้าง 0.40 เมตร ยาว 2.00 เมตรหนา 2 มิลลิเมตร

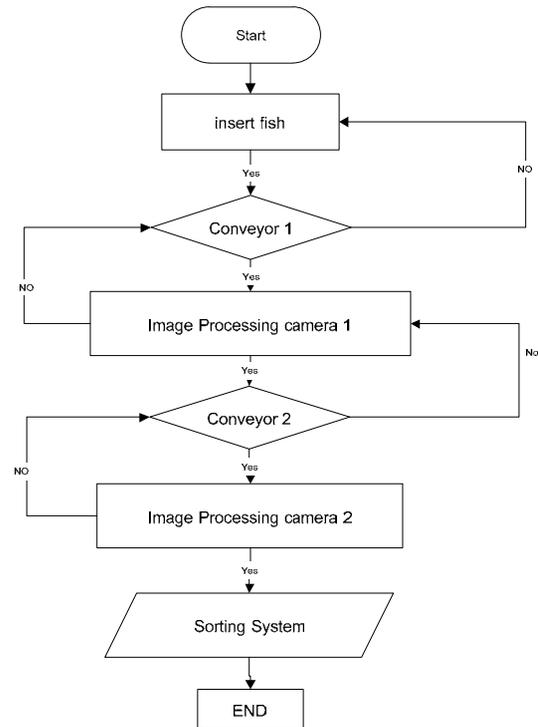
ชุดประมวลผลภาพใช้กล้อง CMOS ยี่ห้อ Logitech webcam c310 ความละเอียดของกล้อง 1280 x 720 พิกเซล (5 ล้านพิกเซล) ความเร็วในการรับภาพ 30 เฟรมต่อวินาที 2 ตัว ส่วนที่สองคือชุดควบคุมไฟฟ้า ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Mega 2560 และ Computer ที่มีตัวประมวลผลหลัก คือ Intel Pentium ที่มีความถี่ 3.0 จิกะเฮิร์ต หน่วยความจำ (RAM) 8 จิกะไบต์ และส่วนสุดท้ายคือชุดตัดแยกโดยใช้โซลินอยด์วาล์วและกระบอกลมตัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง จะประกอบด้วยกระบอกลมรุ่น MAL16-S100 จำนวน 8 กระบอก และชุดโซลินอยด์วาล์ว 12 โวลต์ 8 วาล์ว



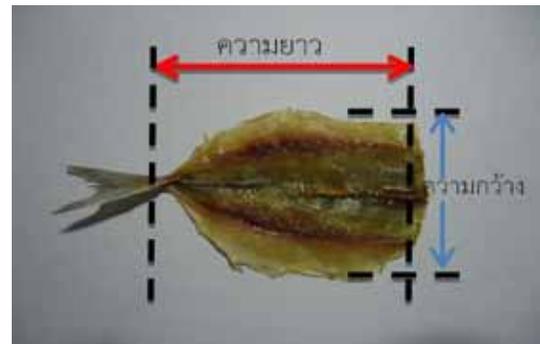
**Figure 1** The structure of sorting dried yellow-stripe trevally fish

โครงสร้างวัสดุอุปกรณ์ในการประกอบเครื่องจักรทำด้วยอลูมิเนียม สแตนเลส และโครงเหล็กไร้สนิมซึ่งไม่ทำให้เกิดสิ่งปนเปื้อนในอาหารขณะล่ำเลียงโดยมีขั้นตอนการทำงานของเครื่องตัดแยกดัง Figure 2

การหาขนาดของปลาวัดความยาวของปลานั้นจะเริ่มวัดตั้งแต่ปลายด้านหัวของตัวปลาที่โดนผ่าคลี่แล้ววัดตามแนวยาวจนถึงตรงปลายกระดูกหรือก้างของตัวปลาเท่านั้นส่วนครีบหางไม่นำมาคำนวณดัง Figure 3 โดยการวัดขนาดของปลาโดยมาตรฐานจะแบ่งออกเป็น 3 ขนาดใหญ่และแบ่ง 6 ขนาดย่อยดัง Table 1



**Figure 2** flow chart diagram



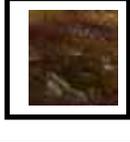
**Figure 3** Measuring Length

**Table 1** Standard size and weight of the fish dried yellow

| Size   |    | Length(cm) | Weight (g)  |
|--------|----|------------|-------------|
| Small  | S  | 4.0 - 6.3  | 2.39 - 3.00 |
|        | MS | 6.4 - 7.0  | 4.00 - 4.50 |
| Medium | M1 | 7.1 - 7.5  | 5.00 - 5.50 |
|        | M2 | 7.6 - 8.0  | 5.50 - 6.00 |
| Large  | L1 | 8.1 - 8.5  | 6.00 - 7.00 |
|        | L2 | 8.6 - 10.0 | 7.00 - 8.00 |

การคัดคุณภาพของปลาจะวิเคราะห์จากรูปร่างและสีของปลา โดยการคัดแยกจะนำเอาคุณลักษณะของปลาที่สมบูรณ์มาเป็นค่ามาตรฐานในการตรวจสอบเพื่อเปรียบเทียบรูปร่าง สี หรือลักษณะอื่นๆ ของปลาที่ไม่ได้มาตรฐานออกมีเกณฑ์การคัดแยกดัง Table 2

**Table 2** Dried yellow fish beside the broken and deformed

| Not staph   | Position  | Nature                    |
|---|---|---------------------------|
|    |    | Bent into the meat        |
|   |   | The broken pieces of fish |
|  |  | Fish Oil                  |
|  |  | The color red bruise      |

ในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งชุดหนึ่งในหลาย ๆ รอบ ซึ่งวิธีการทดลอง คือ แบ่งปลาข้างเหลืองตากแห้งออกเป็น 5 ชุด แต่ละชุดมีจำนวน 3 ขนาดและคุณภาพของปลาที่ไม่ได้มาตรฐาน แต่ละขนาดมีปลาข้างเหลืองตากแห้งจำนวน 25 ตัว นำปลาข้างเหลืองตากแห้งแต่ละชุดวางลงบนสายพานลำเลียง โดยมีคนป้อนปลาทีละตัวดัง Figure 4 จากนั้นเปิดเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง เมื่อตัวอย่างถูกคัดแยกจนหมดแล้วให้ปิดเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง จากนั้นนับจำนวนของปลาข้างเหลืองตากแห้ง และทำการคัดแยกความถูกต้องโดยใช้การมองเห็นของมนุษย์ในกระบวนที่เก็บปลาข้างเหลืองตากแห้งที่ได้จากการคัดด้วยระบบนิวเมติกส์ของตัวเครื่อง บันทึกผล และนำปลาข้างเหลืองตากแห้งที่นับแล้วไปวางลงบนสายพานลำเลียง เปิดเครื่องอีกครั้ง

แล้วเมื่อตัวอย่างถูกคัดแยกจนหมดแล้วให้ปิดเครื่อง จากนั้นทำการนับและคัดแยกจนซ้ำจนครบ 3 รอบ



**Figure 4** Characteristics of fish paste

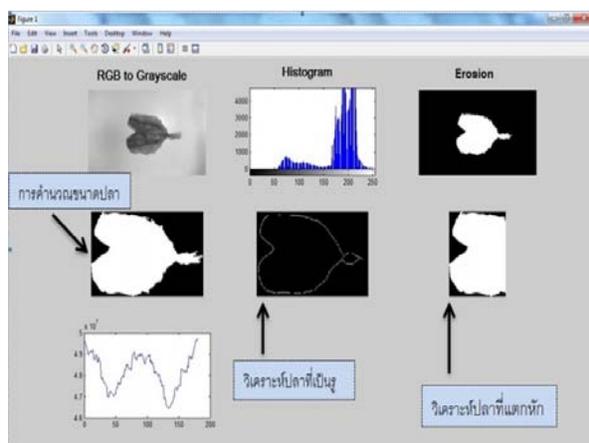
### ผลการทดลอง

การคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยมีลักษณะการวางปลาข้างเหลืองตากแห้งต้องมีระยะห่าง 15 เซนติเมตร ให้สอดคล้องของความเร็วของชุดทดสอบ ประมวลภาพดิจิทัลเพื่อนำไปวิเคราะห์ขนาดและคุณภาพของปลาดัง Figure 5

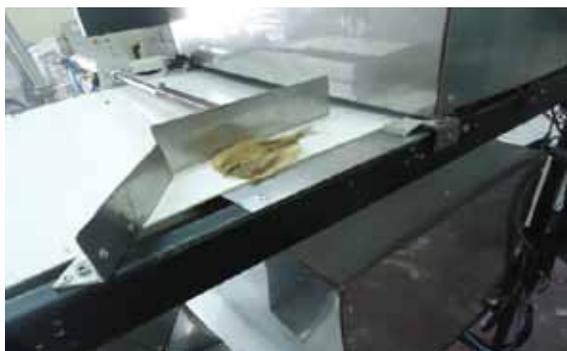


**Figure 5** Transporting fish and Images from the camera

กระบวนการประมวลผลภาพในการทดลองนี้คือ กล้องดิจิทัลจะรับภาพของแต่ละตัวบนสายพานลำเลียง จากนั้นใช้ MATLAB ในการประมวลผลภาพ โดยจะอ่านค่าสี RGB24 และทำการแปลงภาพสีเป็นภาพขาวดำโดย ต่อมาทำการ Erosion เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ ต่อไปทำการตรวจ จับและระบุการคำนวณพื้นที่สีขาวของปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยจะคำนวณจากจำนวนพิกเซลแรกจนถึงพิกเซลสุดท้ายของแถวที่ยาวที่สุดในภาพมาเทียบกับขนาดของตัวปลาจริงซึ่งแสดงดัง Figure 6 ค่าพื้นที่จะถูกส่งไปยังชุดคัดแยกด้วยระบบนิวเมติกส์ กระบอกลม จะทำการผลัดตำแหน่งของปลาข้างเหลืองตากแห้งที่ได้ตามขนาดและคุณภาพไปในกระบะ ปลาข้างเหลืองตากแห้งที่ไม่ได้ขนาดและคุณภาพจะถูกปล่อยผ่านส่งไปยังกระบะสุดท้าย



**Figure 6** Display digital image processing with MATLAB program to check the quality of the fish , dried yellow



**Figure 7** Sorting size and quality with pneumatic

ผลการทดลองดัง Table 3 พบว่าความถูกต้องโดยใช้การคัดแยกของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งได้ในรอบ 3 การทำงานเฉลี่ยได้คือ ปลาข้างเหลืองตากแห้งชุดที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องโดยใช้การคัดแยกขนาดและคุณภาพ คือ 92.00 และ 96.00 เปอร์เซ็นต์ ปลาข้างเหลืองตากแห้งชุดที่ 2 เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องโดยใช้การคัดแยกขนาดและคุณภาพ คือ 96.00 และ 92.00 เปอร์เซ็นต์ ปลาข้างเหลืองตากแห้งชุดที่ 3 เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องโดยใช้การคัดแยกขนาดและคุณภาพ คือ 96.00 และ 92.00 เปอร์เซ็นต์ ปลาข้างเหลืองตากแห้งชุดที่ 4 เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องโดยใช้การคัดแยกขนาดและคุณภาพ คือ 96.00 และ 96.00 เปอร์เซ็นต์ ปลาข้างเหลืองตากแห้งชุดที่ 5 เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องโดยใช้การคัดแยกขนาดและคุณภาพ คือ 92.00 และ 88.00 เปอร์เซ็นต์

**Table 3** The accuracy of sorting dried yellow-stripe trevally fish

| Dried yellow-stripe trevally fish (Set) | Size          | Quality (color) |
|---|---------------|-----------------|
| 1                                       | 92.00%        | 96.00%          |
| 2                                       | 96.00%        | 92.00%          |
| 3                                       | 96.00%        | 92.00%          |
| 4                                       | 96.00%        | 96.00%          |
| 5                                       | 92.00%        | 88.00%          |
| Max                                     | 96.00%        | 96.00%          |
| Min                                     | 92.00%        | 88.00%          |
| Average                                 | <u>94.40%</u> | <u>92.80%</u>   |

### สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยโปรแกรม MATLAB ผลปรากฏว่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งได้แก่ ขนาดและสีของปลาที่ยอมรับได้ คือ 94.40 และ 92.80 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ การวางปลาข้างเหลืองตากแห้งต้องมีระยะห่าง 15 เซนติเมตร ให้สอดคล้องของความเร็วของมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานทำให้ส่งผลต่อความเร็วในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งทั้งระบบ ซึ่งความเร็วในการคัดแยกคือ 480 ตัวต่อชั่วโมง (2.63 กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ซึ่งเทียบเท่าแรงงานคนในการคัด 8 คน แต่อย่างไรก็ตามในการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งนี้ยังมีข้อจำกัดและควรปรับปรุงแก้ไขเช่น การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้าง การเลือกโปรแกรมที่เหมาะสมรวดเร็วมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ การรับส่งข้อมูลระหว่างส่วนควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และ Computer สื่อสารผ่าน Serial Port ให้สามารถรับและส่งข้อมูลระหว่างกันราบรื่นมากยิ่งขึ้นไม่มีสัญญาณรบกวน

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัยภายใต้โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม-พวอ. ระดับปริญญาโท ประจำปี 2557 ซึ่งให้การสนับสนุนทุนสำหรับการทำวิจัย ขอขอบพระคุณ บริษัท อุตสาหกรรมทวิวงษ์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์แนะนำความรู้ ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง และวัตถุดิบที่ใช้ในการทดสอบ

### เอกสารอ้างอิง

1. TechSource Systems (Thailand) Co. Ltd. Digital Image Processing for matlab Available from RL :<http://www.mathworks.com> November 1, 2015.
2. บริษัท วินัส ซัพพลาย จำกัด. Arduino Mega 2560. ได้จาก: <http://www.thaieasyelec.com/products/development-boards/arduino/official-boards-made-in-italy/arduino-mega-2560-detail.html> November 10, 2015.

3. ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2557. ทฤษฎีเกี่ยวกับนิวแมติกส์ . ได้จาก:[http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit\\_1.html](http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_1.html) . October 20 2015
4. มนตรี กาญจนเดชะ. 2558. บทที่ 5 การกรองข้อมูลภาพ. ได้จาก: <http://fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/image/chap5.doc>. November 1 2015.
5. Gonzalez R.C. and Woods R.E. (2002). Digital Image Processing. Miami: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. November 1 2015.
6. บ้านอิเล็กทรอนิกส์. 2557. มอเตอร์และอุปกรณ์ประกอบสำหรับทำหุ่นยนต์. ได้จาก: <http://www.semi-shop.com/shopping/image-product/10/bo.htm> October 10 2015
7. ประสิทธิ์ นครราช, จุรีรัตน์ อ้วนศรีเมือง. การศึกษาการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของข้าวโดยการประมวลผลภาพดิจิทัลเมล็ดข้าวสาร. ประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีวิจัย. 2011;(5):194-202