



เครื่องคัดแยกเกรดแตงโมอัตโนมัติโดยใช้การตรวจวัดน้ำหนัก

The Watermelon Grading Machine with Automatic Weight Measurement

วรวุฒิ กังหัน^{1,2*}, ดิเรก ไชยสิทธิ์¹, ไตรภพ คนจันทรแสง¹, อภิชาติ ศรีประดิษฐ์², ทวีศักดิ์ กังหัน²Worawut Kanghun^{1,2*}, Direk Chaiyasit¹, Taipob Kanajansang¹, Apichat Sreepradit², Taweesak Kanghun²¹สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธนบุรี, กรุงเทพฯ, 10160¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Thonburi University, Bangkok, 10160²สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 10800²Department of Production and Industrial Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, 10800

*Corresponding author: Tel: +66-94-553-2874, E-mail: 59601321@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

กระบวนการในการคัดแยกเกรดผลไม้ในปัจจุบันซึ่งส่วนใหญ่จะมีการคัดแยกคุณภาพและขนาด จะถูกอ้างอิงตามลักษณะการซื้อขายในท้องตลาดกลางในประเทศ ซึ่งโดยทั่วไปการคัดแยกดังกล่าวยังคงใช้มนุษย์เข้ามาปฏิบัติงานในการคัดแยกเกรดผลไม้ชนิดต่างๆ โดยจะต้องมีต้นทุนสำหรับการจ้างงานดังกล่าว และข้อจำกัดที่สำคัญสำหรับการคัดแยกเกรดผลไม้โดยใช้มนุษย์คือ ระยะเวลาการทำงาน และความผิดพลาดที่เกิดขึ้น การคัดแยกเกรดแตงโมในปัจจุบันจากการลงพื้นที่สำรวจไปที่บริษัท ทรัพย์ทวีธัญผล จำกัด และตลาดไท ซึ่งเป็นตลาดที่กระจายสินค้าที่สำคัญของประเทศไทย โดยจะต้องนำแตงโมมาชั่งน้ำหนักทีละลูกก่อนการบรรจุลงกล่องผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าและต้องใช้ต้นทุนด้านแรงงานคนจำนวนมาก ทางผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกเกรดแตงโมโดยใช้ตัวจับน้ำหนักแบบอัตโนมัติ และยังสามารถนำไปคัดแยกเกรดผลไม้ชนิดอื่นๆได้อีกทางหนึ่งด้วย โดยเครื่องคัดแยกเกรดดังกล่าวสามารถคัดแยกได้ 4 กลุ่มตัวอย่าง แตงโมจะถูกส่งไปตามสายพานลำเลียง สามารถตั้งค่าน้ำหนักผ่านทางจอทัชสกรีนโดยมีการตรวจจับน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์ หลังจากนั้นส่งสัญญาณไปยังระบบ Programmable logic controller (PLC) จะทำหน้าที่ประมวลผลและสั่งการไปเปิดช่องรับสำหรับคัดแยกเกรดแตงโมตามเกรดที่กำหนดไว้ในผลการทดสอบเครื่องคัดแยกเกรดแตงโมโดยวัดเป็นค่าความผิดพลาด การทดลองมีการตั้งค่าน้ำหนักที่ทำการทดสอบจากตัวอย่าง 3 เกรด ใช้แตงโมกลุ่มตัวอย่างจำนวน 135 ผล ได้ผลของค่าความผิดพลาดเกรดที่ 1 2 และ 3 มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด 0.00%

คำสำคัญ: แตงโม, โหลดเซลล์, พีแอลซี

Abstract

Current fruit grading system mostly consists of sorting quality and size based on their features. Trading takes place in domestic mid markets. In general, such sorting still relies on manpower as the key role on grading of various kinds of fruits. Cost for the employment is required. The considerable limitations of fruit grading by manpower includes operational durations and errors. For watermelon grading nowadays according to the field survey at Saptweetanyaphon Co., Ltd. and Talaadthai, an indispensable market for product distribution of Thailand, each watermelon is weighed before loading into containers. This causes delay in the process and requires high cost of manpower. Hence, the researcher designed and created a watermelon grading machine with automatic weight measurement. The machine can also be applied to other fruits. This grading machine can grade 4 groups of the samples. Watermelons will be sent along the conveyor. Weight can be set from the touch-screen display, with a load cells to detect weight. Then, the signal is sent to the programmable logic controller (PLC) for processing and commanding to open the way for watermelon grading as set. The findings from testing the watermelon grading machine revealed the errors measured. The weight was set at 3 grades in the test from the samples. 135

Received: September 25, 2019

Revised: November 5, 2019

Accepted: November 12, 2019

Available online: August 21, 2020

watermelons were used. Regarding the results of the errors, it was found that Grade 1 2 and 3 showed 0.00% of error.

Keywords: Watermelon, Load cell, PLC

1 บทนำ

เนื่องจากประเทศไทยเป็นพื้นที่เขตร้อนชื้นที่สามารถเพาะปลูกผลไม้ได้หลากหลายชนิดในแต่ละภูมิภาคของประเทศและมีผลผลิตออกมาสู่ตลาดอย่างมากตามฤดูกาลทำให้เกษตรกรไทยซึ่งต้นทุนประกอบไปด้วยหลายๆปัจจัยซึ่งต้นทุนด้านแรงงานคนในภาคการเกษตรของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องปัจจุบันค่าแรงต่อวันอยู่ที่ 300-400 บาทต่อคน ซึ่งปัจจัยด้านค่าแรงเป็นปัจจัยที่เกษตรกรไทยไม่สามารถควบคุมได้ซึ่งจะต้องมีการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยภาคเกษตรกรในส่วนของการคัดแยกคุณภาพด้านต่างๆก่อนถึงมือผู้บริโภคเพื่อช่วยลดต้นทุนในการผลิต ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนารูปแบบการคัดแยกเกรดผลไม้ตามลักษณะซื้อขายจริงในตลาดกลาง และต้องการใช้เทคโนโลยีเข้ามาจัดการสำหรับในส่วนที่ต้องใช้แรงงานคนทำงานจำนวนมาก ซึ่งการคัดแยกเกรดผลไม้ปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้แรงงานคนในการคัดแยกซึ่งกลุ่มผลไม้ตัวอย่างที่ทางผู้วิจัยได้นำมาทดสอบการคัดแยกคือแตงโม ในการคัดแยกขนาดตามราคาซื้อขายจริงโดยอ้างอิงการซื้อขายตามขนาดของท้องตลาดจริงคือตลาดไทย ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานสินค้าเกษตร แตงโม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2561)

แตงโม (*Citrullus lanatus*) เป็นผลไม้ที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่จำนวนมากซึ่งแตงโมที่นิยมปลูกโดยทั่วไปในประเทศไทยและมีการซื้อขายกันในปัจจุบันมี 3 พันธุ์หลัก คือ 1) พันธุ์ธรรมดามีคุณสมบัติคือมีเมล็ดขนาดเล็กและรสหวานแบ่งย่อยสายพันธุ์ ยกตัวอย่างเช่น แตงโมจินตหรา แตงโมตอร์ปิโด และแตงโมกินรี 2) สายพันธุ์ของแตงโมไร้เมล็ดเป็นการพันธุ์ผสมเพื่อใช้ในการส่งออกเพื่อขายในต่างประเทศ ไม่มีเมล็ดแก่สีดำภายใน และ 3) พันธุ์กินเมล็ด ปลูกเพื่อนำเมล็ดมาคั่วทำเป็นเป็นผลิตภัณฑ์อื่น พันธุ์นี้มีเนื้อมาก ปัจจุบันตลาดค้าขายแตงโมของไทยได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่อง เมื่อถึงฤดูกาลเก็บเกี่ยวเกษตรกรจะต้องมีการคัดแยกขนาดของผลแตงโมเพื่อให้ตรงตามมาตรฐาน เพื่อให้แตงโมมีขนาดที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคและช่วยเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรได้มากยิ่งขึ้นของเกษตรกรผู้ปลูกแตงโม ซึ่งปัจจัยด้านแรงงานคนเป็นต้นทุนที่สำคัญที่ทางเกษตรกรสามารถนำเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการทำงานได้หลากหลายรูปแบบ

ต้นทุนด้านแรงงานคนในการใช้แรงงานคนในการคัดแยกเกรดของแตงมอย่อมมีผลต่อหลายปัจจัยไม่ว่าจะเป็นด้านประสิทธิภาพของตัวผู้ทำการคัดแยกซึ่งแรงงานคนต้องใช้ประสบการณ์และความชำนาญอย่างมาก จึงจะสามารถคัดแยกได้ตามเกรดที่ถูกต้องซึ่งคนหากทำงานเป็นระยะเวลายาวนานอาจจะมีความเมื่อยล้าซึ่งอาจจะทำให้การคัดแยกเกรดแตงโมผิดพลาดได้ง่ายทำให้สูญเสียมูลค่าของแตงโม เพราะแตงโมแต่ละเกรดมีราคาที่แตกต่างกัน

แตกต่างกัน และแตงโมที่มีจำนวนมากต้องใช้แรงงานคนจำนวนมากเช่นกัน ในการคัดแยกเกรดคุณภาพในเรื่องของแรงงานผู้ชำนาญและมีประสบการณ์อาจมีน้อย และแนวโน้มค่าแรงขั้นต่ำที่เพิ่มมากขึ้นจึงทำให้มีต้นทุนสูงในการค้า เครื่องคัดแยกเกรดแตงโมโดยใช้ตัวจับน้ำหนักถือว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากจะคัดแยกเกรดแตงโมให้ตรงตามเกรดมาตรฐานตามกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่แบ่งเกรดตามขนาดน้ำหนักออกเป็น 7 เกรดมาตรฐานแล้วยังส่งผลถึงการลดต้นทุนการจ้างแรงงานระยะยาวที่มั่นคงแน่นอน ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงพัฒนาเครื่องคัดแยกเกรดแตงโมเพื่อให้สามารถคัดแยกเกรดแตงโมได้ตามเกรดมาตรฐาน และการซื้อขายตามท้องตลาด ลดการใช้แรงงานคนลดการสูญเสียมูลค่าของแตงโม พร้อมทั้งยังสร้างความมั่นใจในการซื้อขายแก่ผู้บริโภค

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ขนาดของผลแตงโมพิจารณาจากน้ำหนักต่อผลอ้างอิงขนาดน้ำหนักจากตลาดไทยและสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

การแบ่งชั้นคุณภาพและขนาดในมาตรฐานนี้ใช้ในการพิจารณาทางการค้าโดยนำข้อกำหนดการแบ่งชั้นคุณภาพไปใช้ร่วมกับข้อกำหนดเรื่องขนาด เพื่อกำหนดเป็นชั้นทางการค้า ซึ่งคู่ค้าอาจมีการเรียกชื่อชั้นทางการค้าที่แตกต่างกัน ขึ้นกับความต้องการของคู่ค้าหรือตามข้อกำหนดที่มีเนื่องมาจากฤดูกาล

Table 1 The standard size of watermelon.

รหัสขนาด	น้ำหนักต่อผล (kg)
Grade 1	> 7.0
Grade 2	> 6.0 to 7.0
Grade 3	> 5.0 to 6.0
Grade 4	> 4.0 to 5.0
Grade 5	> 3.0 to 4.0
Grade 6	> 2.0 to 3.0
Grade 7	≤ 2.0

การแบ่งเกรดสำหรับการซื้อขายตามท้องตลาดจริงจะถูกแบ่งเป็น 4 เกรดมาตรฐาน โดยผู้วิจัยอ้างอิงการออกแบบระบบการคัดแยกเกรดของแตงโมดังกล่าวโดยใช้ค่ามาตรฐานเทียบกับสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ คือ Grade 5 ช่วงน้ำหนัก > 3.0-4.0 kg , Grade 6 ช่วงน้ำหนัก > 2.0-3.0 kg และ Grade 7 ช่วงน้ำหนัก ≤ 2.0 kg

2.2 โครงสร้างเครื่องคัดแยกเกรดแตงโมโดยใช้ตัวจับน้ำหนัก ชุดลำเลียงและตรวจสอบน้ำหนักตัวที่ 1 (Conveyor belt no.1)

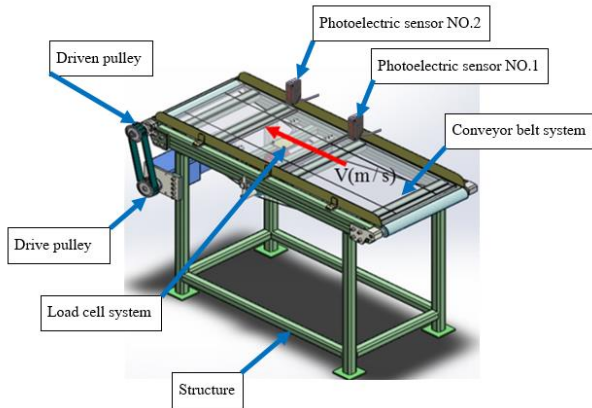


Figure 1 The conveyor belt of weight measurement system (conveyor belt NO.1).

โครงสร้างของเครื่องคัดแยกเกรดแตงโมโดยใช้ตัวจับน้ำหนัก ขนาดของโครงสร้างชุดลำเลียงและตรวจสอบน้ำหนัก ตัวที่ 1 (Conveyor belt no.1) ขนาดความสูง 610 mm ความยาว 800 mm ความกว้าง 377 mm ซึ่งในขั้นตอนดังกล่าวเป็นขั้นตอนการรับค่าน้ำหนักโดยจะมีการวัดค่าน้ำหนักโดยใช้ โหลด เซลล์ (Load cell) ดัง Figure 1 หลังจากนั้นจะส่งค่าน้ำหนักที่มีการชั่งแตงโมแบบ Real time เข้าไปที่ ระบบควบคุมอัตโนมัติ ส่วนกลาง คือระบบ PLC เพื่อประมวลผลในขั้นตอนต่อไปเพื่อให้ระบบต่อไปคัดแยกเกรดยังชุดลำเลียงและคัดแยกเกรดตัวที่ 2 (Conveyor belt no.2) ดัง Figure 2

2.3 โครงสร้างเครื่องคัดแยกเกรดแตงโมโดยใช้ตัวจับน้ำหนัก ชุดลำเลียงและคัดแยกเกรดตัวที่ 2 (Conveyor belt NO.2)

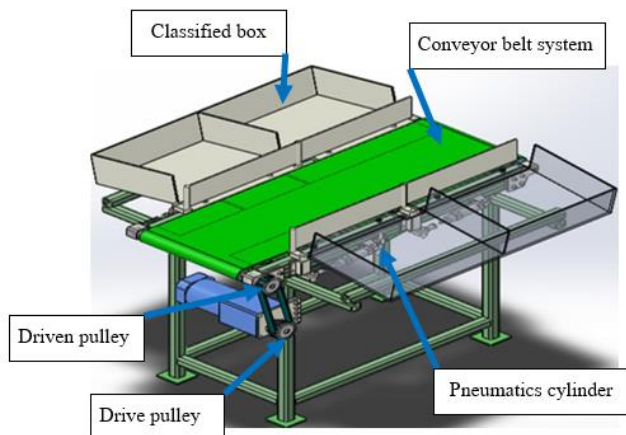


Figure 2 The conveyor belt of classification systems (Conveyor belt no.2).

ชุดลำเลียงและคัดแยกเกรดตัวที่ 2 (Conveyor belt no.2) โดยมีขนาดความสูง 550 mm ความยาว 800 mm ความกว้าง 377 mm ซึ่งในขั้นตอนดังกล่าวเป็นขั้นตอนการรับค่าคำสั่งจากระบบควบคุมส่วนกลางเพื่อทำการสั่งให้ประตูสำหรับแยกเกรดเปิดออกเพื่อให้แตงโมตกลงบนช่องที่แยกไว้ดัง Figure 2 ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวจะใช้ระบบ Pneumatic system ในการเลื่อนเปิดประตูซึ่งใช้ระบบความดันไม่เกิน 0.3 MPa ในการทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออก

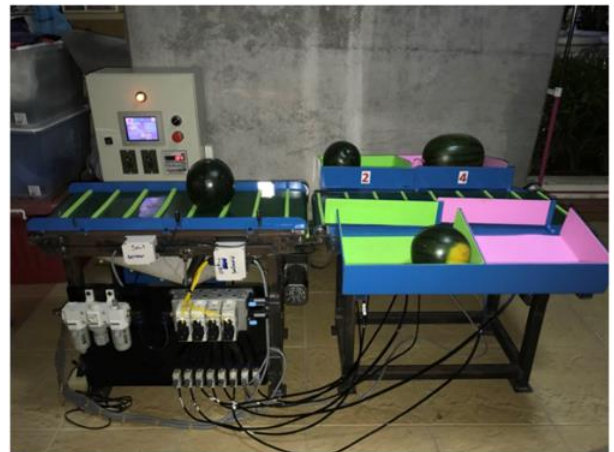


Figure 3 The watermelon grading automatic machines.

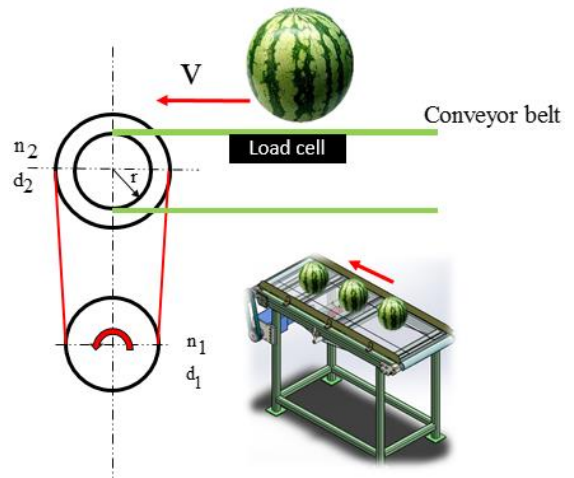


Figure 4 Speed of conveyor translation.

ความเร็วรอบหัวเกียร์ทของมอเตอร์ (n_1) = 25 rpm

เลือกใช้ขนาดของพูลเลย์ตัวขับ (d_1) = 55 mm.

เลือกใช้ขนาดของพูลเลย์ตัวตาม (d_2) = 50 mm.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (1)$$

$$n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2 \quad (2)$$

แทนค่าในสมการที่ 2 จะได้ $n_2 = 27.5$ rpm

นำความเร็วรอบของพูลเลย์ตัวตามเพื่อคำนวณหาความเร็วของสายพานลำเลียงในแนวเชิงเส้นโดย $r=40\text{ mm}$

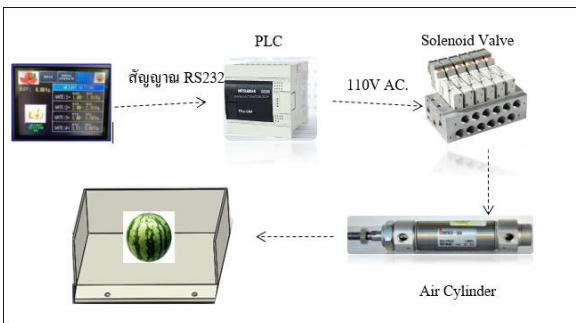
$$\omega(\text{rad s}^{-1}) = \frac{2\pi n_2}{60} \quad (3)$$

$$v(\text{m s}^{-1}) = \omega r \quad (4)$$

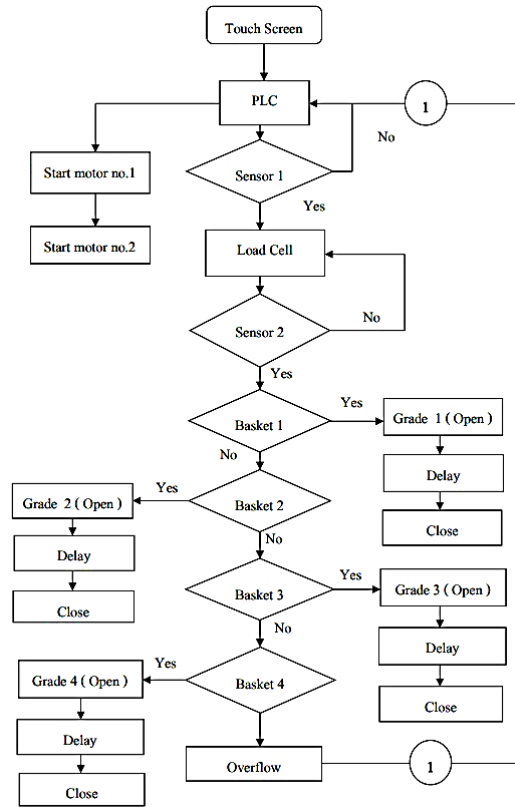
แทนค่าในสมการที่ 4 จะได้ $v = 0.06\text{ m s}^{-1} = 6\text{ cm s}^{-1}$

2.4 หลักการทำงานของเครื่องคัดแยกเกรดแตงโมอัตโนมัติ และระบบ PLC (Programmable logic controller) สำหรับการควบคุม

การทำงานของเครื่องคัดแยกแตงโม Figure 5 มีการทำงานโดยเริ่มจากมอเตอร์ส่งกำลังไปยังเกียร์ทดรอบและส่งไปยังชุดเพลาขับสายพาน โดยการนำแตงโมที่จะทำการคัดแยกวางลงบนสายพานเครื่องคัดแยกตัวที่ 1 (Conveyor belt no.1) หลังจากนั้นแตงโมจะเคลื่อนที่ไปตามสายพานลำเลียงและตรวจจับโดย Photo electric sensor ตัวที่ 1 ตรวจสอบว่าบนเครื่องคัดแยกตัวที่ 1 (Conveyor belt no.1) มีแตงโมวางอยู่และแตงโมเคลื่อนที่บนสายพานตัวที่ 2 (Conveyor belt no.2) ผ่าน Load cell เพื่อทำการชั่งน้ำหนักของแตงโมว่ามีขนาดน้ำหนักแบบ Real time เพื่อส่งค่าน้ำหนักไปยังชุดควบคุมเพื่อประมวลผลเพื่อคัดแยกเกรดตามที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานหลังจากนั้นแตงโมจะเคลื่อนที่มาที่ Photoelectric sensor ตัวที่ 2 เพื่อนำสัญญาณจาก Photoelectric sensor ตัวที่ 2 ไปสั่งให้ฝาปิดถาดรับแตงโมเปิดออก เพื่อให้แตงโมไหลลงถาดรับที่ตั้งค่าไว้ตั้งแต่เริ่มต้น



(a)



(b)

Figure 5 (a) Working principle of the watermelon grading automatic machines. (b) the flowchart for PLC algorithm.

2.5 ระบบตู้คอนโทรลควบคุมการทำงาน การแสดงผล และการตั้งค่าสำหรับการคัดแยกเกรดแตงโมตามทีผู้ใช้ต้องการ



(a)

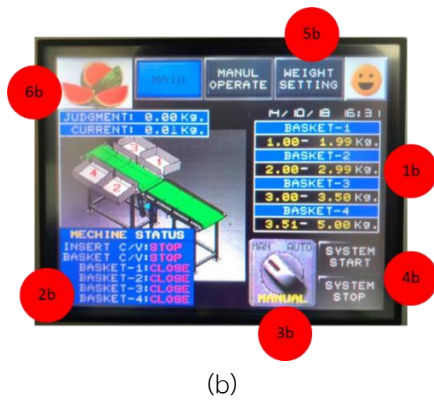


Figure 6 (a) Main control box. (b) touch screen monitor and monitor setup.

ระบบตู้คอนโทรลควบคุมการทำงานดัง Figure 6 (a) ระบบควบคุม หน้าตู้คอนโทรลจะมีอุปกรณ์หลักโดยที่ใช้มอเตอร์ต้นกำลังสำหรับชุดขับเคลื่อนให้เครื่องคัดแยกตัวที่ 1 (Conveyor belt no.1) และชุดขับเคลื่อนตัวบนสายพานตัวที่ 2 (Conveyor belt no.2) โดยสามารถปรับเปลี่ยนความเร็วสำหรับการเคลื่อนที่ โดยสามารถควบคุมผ่านชุดควบคุมความเร็วและเริ่มการทำงานที่ตำแหน่ง 4a และ 5a ตำแหน่ง 1a คือจอที่สกรีนสำหรับควบคุมและตั้งค่าต่างๆ เช่นการกำหนดเกรดของแตงโมโดยระบุน้ำหนักตามเกรดที่ต้องการหรือตามการซื้อขายหรือมาตรฐานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ตำแหน่ง 6a การรับสัญญาณจากโพลด์เซลล์ผ่านการขยายสัญญาณจากแอมพลิไฟเออร์ส่งสัญญาณไปที่ PLC เพื่อส่งสัญญาณไปที่ระบบ PLC ควบคุมหลัก โดยที่ระบบจะตัดการทำงานของระบบไฟฟ้าเมื่อเกินเหตุฉุกเฉินหรือต้องการหยุดการทำงานของเครื่องสามารถกดปุ่มที่ตำแหน่ง 3a และ 2a คือปุ่ม ตัดการทำงานของระบบไฟฟ้าทั้งระบบจอสัมผัส (Touchscreen) ดัง Figure 6 (b) เป็นรูปแบบหนึ่งของอุปกรณ์แสดงผลและนำเข้าข้อมูลที่ผสมรวมกัน เพื่อลดขนาดพื้นที่การใช้งาน โดยโปรแกรมจะแสดงผลภาพกราฟิกบนจอภาพ และผู้ใช้สามารถใช้นิ้วมือสัมผัสบนจอภาพ เพื่อเลือกรายการต่างๆ โดยการใช้งานของหน้าจอดังกล่าวตำแหน่ง 1b เป็นตำแหน่งแสดงผลของช่วงเกรดการคัดแยกหลังจากการตั้งค่า Weight setting ที่ตำแหน่ง 5b โดยการแสดงผลการชั่งน้ำหนักของแตงโมแบบ Real time ที่ตำแหน่ง 6b โดยหลังจากการชั่งน้ำหนักแล้วจะส่งค่าน้ำหนักเข้าไปที่ระบบควบคุมกลาง PLC จะส่งคำสั่งเพื่อทำการเปิดประตูสำหรับการคัดแยกเกรดในแต่ละเกรดที่ปรับตั้งไว้ดังกล่าวสามารถตรวจสอบสถานะของการทำงานที่ตำแหน่ง 2b โดยสามารถให้หน้าจอที่สกรีนกลับมาอยู่หน้าปกติและกดปุ่มจาก Manual เป็น Auto เพื่อให้เครื่องจักรพร้อมทำงานแบบ Auto สามารถปรับตั้งที่ตำแหน่ง 3b และ 4b กดปุ่ม System start เพื่อให้เครื่องจักรทำงาน และปุ่มกด System stop เมื่อระบบเกิดการขัดข้องหรือว่าผู้ใช้งานต้องการเปลี่ยนการควบคุมเครื่องคัดแยกเกรดจากระบบอัตโนมัติเป็นระบบควบคุมด้วยผู้ใช้งาน

2.6 การวัดประสิทธิภาพของการคัดแยกเกรด

สำหรับการหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Percent relative error) โดยเป็นการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการคัดแยกเกรดของแตงโมโดยการตรวจวัดน้ำหนัก ที่งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของการคัดแยกตามท้องตลาดสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 5

$$\text{percent relative error} = \left| \frac{\text{Measured} - \text{Actual}}{\text{Actual}} \right| \times 100 \quad (5)$$

3 ผลการทดลอง

การทดลองสำหรับการแบ่งขนาดในมาตรฐานนี้ใช้ในการพิจารณาทางการค้าโดยนำข้อกำหนดการแบ่งชั้นคุณภาพไปใช้ร่วมกับข้อกำหนดเรื่องขนาด เพื่อกำหนดเป็นชั้นทางการค้าซึ่งคู่ค้าอาจมีการเรียกชื่อชั้นทางการค้าที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการของคู่ค้า โดยการทดสอบสำหรับการทดลองในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดแยกเกรดแตงโมได้ตั้งช่วงน้ำหนักอ้างอิงน้ำหนักแตงโมดังกล่าวโดยใช้ค่าน้ำหนักของแตงโมที่ซื้อขายจริงที่ตลาดไทยเทียบ กำหนดน้ำหนักของเกรดไว้ดังนี้ เกรด 1 กำหนดน้ำหนัก 3 kg ขึ้นไป เกรด 2 กำหนดน้ำหนักที่ 2.5-2.99 kg และเกรด 3 กำหนดน้ำหนักที่ 2 - 2.49 kg เทียบกับสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ คือ Grade 5 ช่วงน้ำหนัก > 3.0-4.0 kg , Grade 6 ช่วงน้ำหนัก > 2.0-3.0 kg และ Grade 7 ช่วงน้ำหนัก ≤ 2.0 kg ซึ่งการทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 คือการทดสอบความถูกต้องของเครื่องคัดแยกเกรดแตงโมอัตโนมัติโดยใช้การตรวจวัดน้ำหนัก (%Error-T1 คือเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Percent relative error) เงื่อนไขที่ 1 คัดแยกเกรดแตงโมโดยใช้ตัวจับน้ำหนัก) โดยส่วนที่ 2 น้ำหนัก (%Error-T2 คือเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Percent relative error) เงื่อนไขที่ 2 ของการคัดแยกเกรดแตงโมด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล) (กัณฑ์, 2561) คือผลการคัดแยกเกรดแตงโมด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล

Table 2 The result of watermelon grading.

	ผลการคัดแยกเกรดแตงโม	
	%Error-T1	%Error-T2
จำนวนผลแตงโมที่ถูกคัดแยกเป็นเกรด 1	0% (50 ผล)	0 % (10 ผล)
จำนวนผลแตงโมที่ถูกคัดแยกเป็นเกรด 2	0% (44 ผล)	16.22% (31 ผล)
จำนวนผลแตงโมที่ถูกคัดแยกเป็นเกรด 3	0% (41 ผล)	0 % (41 ผล)

4 สรุป

จากผลการทดลอง Table 2 ของ %Error-T2 พบว่าการใช้การคัดแยกเกรดด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล ยังมีข้อผิดพลาดในการคัดแยกเกรดแตงโม เกรด 2 คือ 16.22% ซึ่งใช้จำนวนแตงโมจำนวน 82 ผล การคัดแยกเกรดแตงโมเกรด 1 และ 3 ไม่มีการผิดพลาดในการคัดแยก ส่วนการคัดแยกเกรดแตงโมโดยใช้ตัวจับน้ำหนักนั้นการคัดแยก คัดแยกได้แม่นยำกว่า และคัดแยกได้ตามเกรดและน้ำหนักที่กำหนดได้โดยสามารถบ่งบอกถึงน้ำหนักของแตงโมได้ตรงกับตาชั่งน้ำหนักดังนี้ เกรด 1 กำหนดน้ำหนัก 3 kg ขึ้นไป เกรด 2 กำหนดน้ำหนักที่ 2.5-2.99 kg และเกรด 3 กำหนดน้ำหนักที่ 2-2.49 kg หรือสามารถตั้งค่าการคัดแยกเกรดได้มากกว่าห้องตลาดได้ซึ่งจะมีการปรับปรุง และพัฒนาต่อไปในอนาคตต่อไปคือใช้รูปแบบการคัดแยกแบบการตรวจวัดขนาดของแตงโมโดยการประมวลผลทางภาพร่วมกับน้ำหนักตามมาตรฐานแล้วนำมาคัดแยกเป็นเกรด เพื่อให้ได้คุณภาพของผลผลิตในการซื้อขายในประเทศที่ได้มาตรฐานต่อไปและอีกยังสามารถลดต้นทุนด้านแรงงานคนได้ซึ่งจากการลงพื้นที่ตัวอย่างในการทำงานจริงที่บริษัท ทรัพย์เทวีธัญผล จำกัด และตลาดไท จังหวัดปทุมธานี จำเป็นต้องมีคนงานในการคัดแยก อย่างน้อย 3-5 คน โดยค่าแรงงานต่อวันอยู่ที่ 350 บาท ซึ่งถ้าในกรณีมีความต้องการของผู้ซื้อเพิ่มขึ้นจะต้องมีการเพิ่มแรงงานคนในการคัดแยกเกรดดังกล่าวด้วยและส่งผลตามต่อผู้ขายซึ่งจะไม่สามารถควบคุมต้นทุนดังกล่าวได้

5 กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท ทรัพย์เทวีธัญผล จำกัด ตำบลคลองสาม อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ที่สนับสนุนด้านสถานที่ และตัวอย่างแตงโมสำหรับการทดลองรวมถึงบุคลากรของบริษัทครั้งนี้ตลอดจนในการอำนวยความสะดวกทางด้านห้องปฏิบัติการและเครื่องวัดต่างๆ

6 เอกสารอ้างอิง

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.2561. แหล่งข้อมูล: <https://www.acfs.go.th/#/attachfile-multi2/standard-act>. เข้าถึงเมื่อ 29 สิงหาคม 2562.

Mitsubishi Electric's FA Business. 2019. แหล่งข้อมูล <https://www.mitsubishielectric.com>. เข้าถึงเมื่อ 2 กันยายน 2562.

วารุณี กิ่งหัน, อิศกฤตา โลหพรหม. 2561. การพัฒนาและทดลองคัดแยกเกรดแตงโมด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19 ประจำปี 2561, 414-420.ประจวบคีรีขันธ์ : คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 26-27 เมษายน 2561, อำเภอหัวหิน, ประจวบคีรีขันธ์.

Abbaszadeh, R., Rajabipour, A., Ahmadi, H., Mahjoob, M.J., Delshad, M. 2013. Prediction of watermelon quality based on vibration spectrum. *Postharvest Biology and Technology* 86, 291-293.

Jie, D., Wei, X. 2018. Review on the recent progress of non-destructive detection technology for internal quality of watermelon. *Computers and Electronics in Agriculture* 151, 156-164.

Sun, T., Huang, K., Xu, H., Ying, Y. 2010. Research advances in nondestructive determination of internal quality in watermelon/melon: A review. *Journal of Food Engineering* 100, 569-577.