

การพัฒนาเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรือง Development of water out machine for marigold

ทัศนะ ถมทอง¹ สมนึก เครือสอน¹ ณรงค์ฤทธิ์ พิมพ์คำวงศ์¹ และ โชคชรัตน์ ฤทธิ์เย็น^{1*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก chokcharat@rmutl.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้สำหรับลดความชื้นของดอกดาวเรืองโดยใช้หลักการแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองมีองค์ประกอบหลักคือ ส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ มีหลักการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 เป็นตัวควบคุม เริ่มจากปรับตั้งค่าความชื้น 2%RH ผ่านตัวต้านทานปรับค่าได้ จากนั้นกดสวิตช์เพื่อเริ่มการทำงาน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณ PWM ออกมาเพื่อปรับค่าดีวี่ไซเคิลไปขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงให้หมุนเพื่อสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองเมื่อเซ็นเซอร์วัดความชื้นตรวจวัดได้ว่าค่าความชื้นเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะหยุดส่งสัญญาณทำให้มอเตอร์หยุดหมุนและส่งเสียงเตือนออกมา ซึ่งแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ทดสอบวัดค่าความชื้น โดยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองและเครื่องวัดความชื้นในงานอุตสาหกรรมยี่ห้อ OMNI รุ่น MC7825G และกรณีที่ 2 ทดสอบค่าความเร็วที่เหมาะสม โดยนำดอกดาวเรืองที่มีน้ำในกลีบดอกน้ำหนักรวม 5 กิโลกรัม นำมาทดสอบที่ความเร็ว 200 ถึง 800 รอบต่อนาที จากผลการทดสอบกรณี 1 พบว่า ค่าความชื้นที่วัดได้มีค่าคลาดเคลื่อนสมมูลเฉลี่ย 0.5 และกรณีที่ 2 พบว่า ค่าความเร็วที่ 700 รอบต่อนาทีเหมาะสม ดอกดาวเรืองไม่เสียหายและลดความชื้นดอกดาวเรืองให้น้อยกว่า 2%RH ได้

คำสำคัญ: เครื่องสลัดน้ำ ดอกดาวเรือง ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This paper presents the design and development salad out of marigold controlled by a microcontroller to use for drying of marigold, using the principle of centrifugal force. Which salad out of marigold is a major component, the hardware and software. It works using a microcontroller Arduino Uno R3 controller. Start by adjusting the humidity 2%RH through the variable resistor. Then switch to start. The microcontroller sends out a PWM signal to adjust the duty cycle to drive a DC motor to rotate to shake the water out of marigold. When the humidity sensor detects that the humidity is at a fine set. The microcontroller will signal the motor stops and beeps out. The test is divided into two cases, one test that measures the moisture by comparison between a salad out of marigold and moisture in industrial brand OMNI version MC7825G. And the second test at the proper speed, by marigold petals with water to a total weight of 5 kg were tested at speeds of 200 to 800 rpm. The results showed that one case. Moisture measurement tolerances completely average 0.5%. And the second showed

that the speed of 700 rpm, right marigold undamaged and drying marigold to less than 2%RH.

Keywords: spinner machine, marigold, microcontroller

1. ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันพืชผลทางการเกษตรนั้นมีมากมายหลายชนิด ซึ่งจะไปทำเป็นอาหารหรือวัตถุดิบต่าง ๆ และหนึ่งในนั้นก็คือ “ดอกดาวเรือง” ดอกดาวเรืองเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่เกษตรกรอำเภอแม่สอดและอำเภอพบพระ ของจังหวัดตากนิยมปลูกกันมาก เพื่อส่งจำหน่ายให้กับโรงงานสกัดน้ำหอมและพ่อค้าแม่ค้าในตลาดเพื่อนำไปร้อยพวงมาลัย จากการสอบถามข้อมูลจากเกษตรกร การเก็บดอกดาวเรืองมักจะเก็บในช่วงเวลาเช้า แสงแดดอ่อนๆ หากเก็บช่วงแดดจัด อาจทำให้ดอกดาวเรืองเหี่ยวเฉาได้ [1] ด้วยเหตุนี้การเก็บดอกดาวเรืองในตอนเช้าจะมีน้ำค้างและน้ำที่เกษตรกรได้รดน้ำไว้มาก เมื่อปริมาณน้ำในดอกมากจึงทำให้เกิดความชื้นมาก ทำให้เมื่อบรรจุลงส่งขายนั้นเกิดการเน่าเสียได้ [2] จึงต้องหาวิธีการลดปริมาณน้ำในดอกดาวเรืองลง เพื่อลดความเสียหายของดอกดาวเรืองที่จะเกิดขึ้นก่อนการคัดแยกขนาด [3]

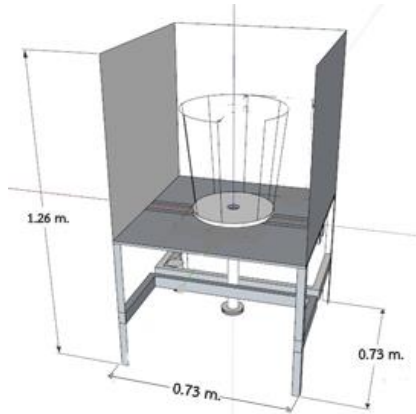
การลดปริมาณน้ำในดอกดาวเรืองของเกษตรกรส่วนใหญ่จะนำดอกดาวเรืองที่เก็บมาเทกับพื้นแล้วใช้พัดลมเป่าซึ่งใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ซึ่งวิธีการนี้ต้องใช้พื้นที่มากและพัดลมที่ใช้จะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับแต่บริเวณที่ปลูกมักไม่อยู่ในเขตสายไฟฟ้า จึงต้องซื้อเครื่องผลิตไฟฟ้ากระแสสลับขนาดเล็กมาใช้หรือต้องขนย้ายดอกดาวเรืองมาตากที่บ้าน ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองเวลา

ดังนั้นผู้จัดทำจึงมีแนวคิดทำเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองขึ้นมา โดยอาศัยการปั่นคล้ายกับหลักการของเครื่องซักผ้า โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นต้นกำลังและรับพลังงานจากแบตเตอรี่ซึ่งสามารถใช้งานได้ทุกที่ที่กระแสไฟฟ้าสลับเข้าไม่ถึงและลดการใช้พื้นที่ในการฝังลม ลดเวลาในการทำงานให้น้อยลง เครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองนี้สามารถควบคุมความเร็วในการปั่นได้และมีชุดตรวจวัดความชื้น เพื่อให้ได้ค่าความชื้นที่ไม่เกิน 2% เพื่อลดปัญหาการเน่าเสียของดอกดาวเรืองลงได้

2. การดำเนินงาน

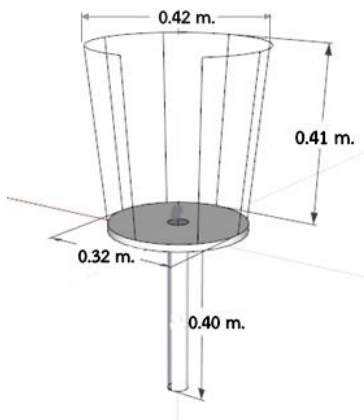
2.1 การออกแบบโครงสร้าง

โครงสร้างของเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองใช้หลักการแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เพื่อให้ น้ำสลัดออกจากดอกดาวเรืองโดยส่วนแรกคือ โครงสร้างของเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองมีขนาดความกว้าง 0.73 เมตร ยาว 0.73 เมตร สูง 1.26 เมตร ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างของเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรือง

ส่วนที่สองคือโครงสร้างของตะแกรงหมุนของเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองโดยกันตะแกรงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 เมตร ปากตะแกรงหมุนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.42 เมตร สูง 0.41 เมตร เพลยาว 0.40 เมตร ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างตะแกรงของเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรือง

เครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองทำงานโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นต้นกำลังเนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นสามารถควบคุมความเร็วได้สะดวก ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงจึงเหมาะสำหรับการใช้งานในแปลงปลูกดอกดาวเรืองของเกษตรกร ซึ่งเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองมีน้ำหนักของตะแกรงปั่นรวมกับน้ำหนักของดอกดาวเรือง 16 กิโลกรัม รัศมีของตะแกรงปั่น 21 เซนติเมตร รัศมีของเพลย์ 3.75 เซนติเมตร ต้องการใช้ความเร็วที่ 700 รอบต่อนาที การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถคำนวณหาแรงบิดที่ปลายเพล [4] จากสมการที่ 1

$$T = Fr \quad (1)$$

$$= (16)(9.81)(3.75 \times 10^{-2})$$

$$T = 5.88 \text{ N-m}$$

จากนั้นนำค่าแรงบิดที่ได้หากล้างเอาต์พุตของมอเตอร์จากสมการที่ 2

$$P_{out} = \frac{2\pi TN}{60} \quad (2)$$

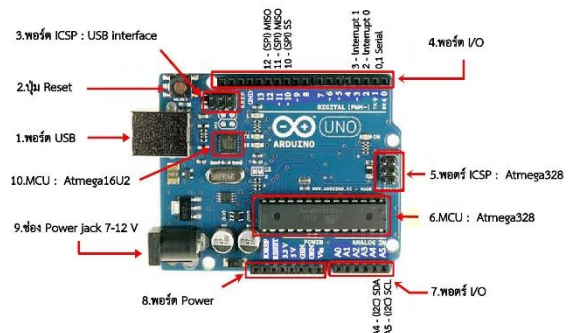
$$= \frac{2\pi(5.88)(700)}{60}$$

$$P_{out} = 430.80 \text{ วัตต์}$$

ดังนั้น มอเตอร์ที่ใช้ต้องมีกำลังเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 430.80 วัตต์ คณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยกที่มีกำลังเอาต์พุต 600 วัตต์ เป็นต้นกำลังสำหรับเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรือง

2.2 การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์

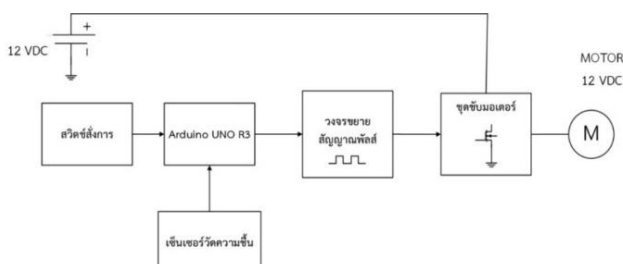
ได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ATMEGA328P [5] ดังรูปที่ 3 ควบคุมการทำงานของเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรือง โดยมีโครงสร้างและส่วนเชื่อมต่อดังต่อไปนี้



รูปที่ 3 โครงสร้างและส่วนเชื่อมต่อ Arduino UNO R3

- 1) USBPort : ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์ เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
 - 2) Reset Button : เป็นปุ่ม Reset กดเมื่อต้องการเริ่มการทำงานใหม่
 - 3) ICSPPort : เป็น Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Comport บน Atmega16U2
 - 4) I/OPort : Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บางขาจะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น ขา 0, 1 เป็นขา Tx, Rx Serial, Pin 3, 5, 6, 9, 10 และ 11 เป็นขา PWM
 - 5) ICSP Port : Atmega 328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader
 - 6) MCU : Atmega 328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino
 - 7) I/OPort : นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้วยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อกตั้งแต่ขา A0 ถึง A5
 - 8) Power Port : ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 โวลต์, +5 โวลต์, GND และ Vin
 - 9) Power Jack : รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7 ถึง 12 โวลต์
 - 10) MCU : ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega 328 จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่าน Atmega16U2
- โดยหลักการทำงานของเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองได้เริ่มจากกดสวิตช์ เพื่อเริ่มการทำงาน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 จะทำการจ่ายสัญญาณ PWM ผ่านไปยังวงจรขยายสัญญาณพัลส์เพื่อรับ

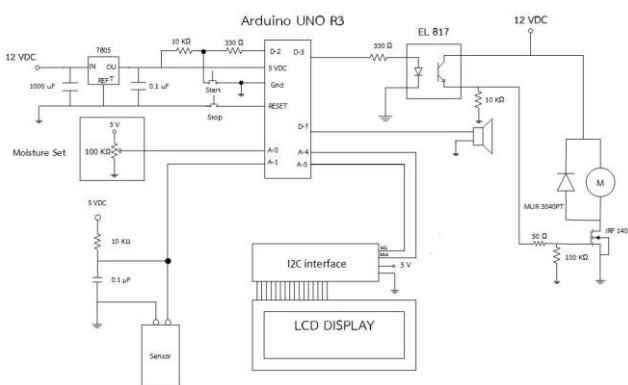
ค่าตัวที่เซเคลส่งไปยังชุดขับเคลื่อนมอเตอร์เพื่อปรับความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง จากเริ่มต้นไปจนสูงสุด เมื่อเซ็นเซอร์วัดความชื้น (Rain Sensor) ตรวจจับได้ค่าความชื้นลดลงจนน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าความชื้นที่ ปรับตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะหยุดจ่ายสัญญาณเพื่อให้มอเตอร์หยุด กระบวนการทำงานแบบอัตโนมัติดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ไดอะแกรมการทำงานของเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรือง

วงจรควบคุมเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรือง [6 - 7]

ระบบการทำงานของเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองออกแบบโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 เป็นตัวควบคุมการทำงานซึ่งการ ทำงานจะเริ่มจากการปรับตั้งค่าความชื้น 2%RH โดยปรับตั้งผ่านตัว ด้านทานปรับค่าได้ VR 100 kΩ จากนั้นกดสวิตช์ Start เพื่อเริ่มการทำงาน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 จะทำการจ่ายสัญญาณ PWM ออกมาเพื่อปรับค่าของตัวที่เซเคลเพื่อไปขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงให้ สลัดน้ำออกจากดอกดาวเรือง เมื่อเซ็นเซอร์วัดความชื้นที่ติดอยู่ด้านข้าง ตะแกรงปั่นตรวจจับได้ว่าความชื้นน้ำลดลงจนถึงค่า 2%RH ที่ปรับตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 จะหยุดจ่ายสัญญาณเพื่อให้ มอเตอร์หยุดหมุน ซึ่งมีวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องสลัดน้ำออกจาก ดอกดาวเรืองดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 วงจรควบคุมเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรือง

2.3 ผลการศึกษา

จากการออกแบบและพัฒนาเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองเมื่อ รวมทั้งส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เข้าด้วยกันทำให้ได้เครื่องสลัดน้ำออก จากดอกดาวเรืองที่พัฒนาขึ้นดังรูปที่ 6 และได้แสดงตัวอย่างดอกดาวเรือง ก่อนทดสอบด้วยเครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองดังรูปที่ 7 โดยได้วัด ค่าความชื้นก่อนทดสอบของดอกดาวเรืองในเครื่องด้วยเครื่องวัดความชื้น ในงานอุตสาหกรรมยี่ห้อ OMNI รุ่น MC7825G ได้ค่าความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ

20 %RH และได้แสดงตัวอย่างดอกดาวเรืองหลังการทดสอบด้วยเครื่อง สลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองที่ความเร็วรอบ 700 rpm ดังรูปที่ 8



รูปที่ 6 เครื่องสลัดน้ำออกจากดอกดาวเรืองที่พัฒนาขึ้น



รูปที่ 7 ตัวอย่างดอกดาวเรืองก่อนทดสอบ



รูปที่ 8 ตัวอย่างดอกดาวเรืองหลังทดสอบด้วยความเร็วรอบ 700 rpm

โดยได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ทดสอบวัดค่า ความชื้น โดยเปรียบเทียบระหว่างเซ็นเซอร์วัดความชื้นของเครื่องสลัดน้ำ

นอกจากดอกดาวเรืองที่พัฒนาขึ้นและเครื่องวัดความชื้นในงานอุตสาหกรรมยี่ห้อ OMNI รุ่น MC7825G ได้ใช้ดอกดาวเรืองจำนวน 5 กิโลกรัม ทดสอบ ซึ่งได้หาค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ได้จากสมการที่ 3

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์} = |A-B| \quad (3)$$

โดยกำหนดให้ A คือค่าความชื้นจากเครื่องวัด OMNI
B คือค่าความชื้นจากเซ็นเซอร์

โดยทำการทดสอบวัดค่าความชื้นเปรียบเทียบทั้งหมดจำนวน 24 ครั้ง
ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบวัดค่าความชื้น

ครั้งที่	เครื่องวัด OMNI	เซ็นเซอร์	ค่าความคลาดเคลื่อน	ครั้งที่	เครื่องวัด OMNI	เซ็นเซอร์	ค่าความคลาดเคลื่อน
1	5.3	5.0	0.3	13	16.5	17.0	0.5
2	6.1	6.0	0.1	14	17.4	18.0	0.6
3	7.2	7.0	0.2	15	18.9	19.0	0.1
4	8.5	8.0	0.5	16	19.3	20.0	0.7
5	9.3	9.0	0.3	17	19.8	21.0	1.3
6	10.5	10.0	0.5	18	21.4	22.0	0.6
7	11.9	11.0	0.9	19	22.6	23.0	0.4
8	12.5	12.0	0.5	20	23.9	24.0	0.1
9	13.2	13.0	0.2	21	24.8	25.0	0.2
10	14.8	14.0	0.8	22	27.9	26.0	1.9
11	15.5	15.0	0.5	23	28.5	27.0	1.5
12	15.7	16.0	0.3	24	28.5	28.0	0.5
ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย							0.5

กรณีที่ 2 ทดสอบหาค่าความเร็รรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสมโดยไม่ทำให้ดอกดาวเรืองช้ำหรือเสียหายและได้ค่าความชื้นที่น้อยกว่า 2%RH ซึ่งในการทดสอบจะใช้ดอกดาวเรืองจำนวน 5 กิโลกรัม ทำการทดสอบจำนวน 7 ครั้ง โดยใช้ความเร็วทดสอบเริ่มจาก 200 rpm และเพิ่มความเร็วรอบมอเตอร์ครั้งละ 100 rpm จนถึงความเร็วรอบ 800 rpm ซึ่งในแต่ละครั้งที่ทดสอบใช้เวลาทดสอบครั้งละ 2 นาที ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบค่าความเร็รรอบ

ครั้งที่	ความเร็วรอบ (rpm)	น้ำหนักหลังการทดสอบ (Kg)	ความชื้นหลังการทดสอบ (%)	ลักษณะดอกดาวเรือง
1	200	4.7	5	ไม่ช้ำ
2	300	4.7	3	ไม่ช้ำ
3	400	4.7	3	ไม่ช้ำ
4	500	4.6	2	ไม่ช้ำ
5	600	4.4	2	ไม่ช้ำ
6	700	4.4	1	ไม่ช้ำ
7	800	4.3	1	ช้ำ/เสียหาย

จากผลการทดสอบค่าความเร็รรอบจากตารางที่ 2 สามารถนำผลการทดสอบมาหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากค่าความเร็รรอบที่ทดสอบจำนวน 7 ครั้งและค่าความชื้นหลังการทดสอบ ทำให้ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงดังสมการที่ 4 โดยจากแบบจำลองดังกล่าวที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ R^2 เท่ากับ 0.93

$$y = 6.0704e^{-0.265x} \quad (4)$$

โดยกำหนดให้ y คือค่าความชื้นหลังทดสอบ
x คือค่าความเร็รรอบมอเตอร์

และจากผลการทดสอบตารางที่ 2 ในครั้งที่ 7 ใช้ความเร็วรอบ 800 rpm ทดสอบทำให้ดอกดาวเรืองช้ำและเกิดความเสียหายจึงได้แสดงตัวอย่างดอกดาวเรืองที่ช้ำและเสียหายจากการทดสอบดังกล่าวไว้ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ตัวอย่างดอกดาวเรืองช้ำและเสียหายหลังการทดสอบ

3. อภิปราย

จากตารางที่ 1 ได้ผลการทดสอบวัดค่าความชื้นของเครื่องสไลด์น้ำออกจากดอกดาวเรืองเปรียบเทียบกับเครื่องวัดความชื้นในงานอุตสาหกรรมยี่ห้อ OMNI รุ่น MC7825G พบว่าค่าความชื้นของเครื่องวัดในงานอุตสาหกรรมและเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งในเครื่องสไลด์น้ำออกจากดอกดาวเรืองมีค่าความชื้นใกล้เคียงกัน ต่างกันเพียงค่าทศนิยม ซึ่งมีค่าคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 0.5 ซึ่งเป็นค่าที่เกษตรกรยอมรับได้ และจากตารางที่ 2 ได้ผลการทดสอบหาค่าความเร็รรอบที่เหมาะสม จะเห็นว่าความเร็วรอบที่ต่ำจะมีปริมาณความชื้นในดอกดาวเรืองค่อนข้างสูง และที่ความเร็วรอบที่สูงจะเหลือปริมาณความชื้นในดอกดาวเรืองต่ำ ซึ่งดอกดาวเรืองที่เกษตรกรส่วนใหญ่บรรจุถุงเตรียมขนส่งขายจะต้องมีความชื้นในดอกดาวเรืองไม่เกิน 2 %RH ซึ่งความเร็วที่ทำให้ความชื้นลดลงต่ำกว่า 2 %RH คือ 700 และ 800 รอบต่อนาที จากตารางที่ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที ทำให้ลักษณะดอกดาวเรืองช้ำ ดังนั้น เครื่องสไลด์น้ำออกจากดอกดาวเรืองจึงใช้ความเร็วสูงสุดที่ 700 รอบต่อนาที เนื่องจากเป็นความเร็วที่ไม่ทำให้ดอกดาวเรืองเกิดความเสียหาย และสามารถลดความชื้นได้น้อยกว่า 2%RH และเมื่อนำแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 150 แอมแปร์-ชั่วโมง มาทดสอบกับเครื่องสไลด์น้ำออกจากดอกดาวเรืองจะได้ปริมาณน้ำหนัkdอกดาวเรือง 968 กิโลกรัมต่อการชาร์จประจุแบตเตอรี่

เติมพิกัดหนึ่งครั้ง และจากผลการทดสอบในตารางที่ 1 พบว่ายังมีค่าคลาดเคลื่อนของค่าความชื้นระหว่างเครื่องวัดความชื้นในงานอุตสาหกรรมและเซนเซอร์ของเครื่องที่พัฒนาขึ้น คณะผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะว่าควรเพิ่มจำนวนของเซนเซอร์และตำแหน่งการติดตั้งของเซนเซอร์วัดค่าความชื้นให้เพิ่มมากขึ้นเพื่อจะได้เพิ่มประสิทธิภาพความแม่นยำในการวัดค่าความชื้นให้กับเครื่องสไลด์น้ำออกจากดอกดาวเรืองมากยิ่งขึ้นและในงานที่จะดำเนินการต่อไปคือการนำค่าน้ำหนักของดอกดาวเรืองก่อนสไลด์น้ำออกและหลังสไลด์น้ำออกมาวิเคราะห์เพิ่มเติมร่วมกับค่าความชื้นเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเครื่องสไลด์น้ำออกจากดอกดาวเรืองที่พัฒนาขึ้นต่อไป

4. สรุป

ในบทความนี้ได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาเครื่องสไลด์น้ำออกจากดอกดาวเรืองโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องแบบอัตโนมัติตามที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อการออกแบบซอฟต์แวร์จากการทดสอบเครื่องสไลด์น้ำออกจากดอกดาวเรืองที่พัฒนาขึ้น มีค่าความชื้นคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 0.5 เมื่อวัดเปรียบเทียบกับเครื่องวัดความชื้นในงานอุตสาหกรรมยี่ห้อ OMNI รุ่น MC7825G และเมื่อทดสอบหาค่าความเร็วรอบที่เหมาะสม จากตารางที่ 2 พบว่าได้ค่าความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับเครื่องสไลด์น้ำออกจากดอกดาวเรืองที่ไม่ทำให้ดอกดาวเรืองชำรุดหรือเกิดความเสียหายคือ 700 รอบต่อนาที และได้ค่าความชื้นไม่เกิน 2%RH นอกจากนี้ยังได้ทดสอบปริมาณงานที่ได้เมื่อใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 150 แอมแปร์-ชั่วโมง ซึ่งได้ปริมาณน้ำหนักของดอกดาวเรืองที่นำมาทดสอบ 968 กิโลกรัมต่อการชาร์จประจุแบตเตอรี่เต็มพิกัดหนึ่งครั้ง โดยเครื่องสไลด์น้ำออกจากดอกดาวเรืองควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถใช้งานได้จริงและช่วยลดระยะเวลาการทำงานของเกษตรกรในขั้นตอนการนำดอกดาวเรืองที่เก็บมาเทกเก็บแล้วใช้พดลแปเพื่อลดค่าความชื้นซึ่งปกติแล้วเกษตรกรจะใช้เวลามากถึง 3 ชั่วโมง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ หลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ และสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Poondee, J. and Nimjit, S. (2021). Optimal Storage Pattern for Extremely Delicate Produce: Case Study of Sunflower Sprouts. *Srinakharinwirot University Engineering Journal*. Vol. 16, No. 3, pp. 75-83.
- [2] Brackett, R. E. (2000). **Safe Handling of Fruits and Vegetables**. Safe Handling of Foods. New York; Marcel Dekker, Inc.
- [3] D. Thappho and S. Tammaruckwattana, "Experimental Verification of Automatic Sorting Machine Using Infrared Proximity Sensor and Microcontroller," *2020 6th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST)*, Chiang Mai, Thailand, 2020, pp. 1-4.
- [4] มงคล ทองสงคราม. เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท รามาการพิมพ์ จำกัด; 2533.
- [5] เอกชัย มะการ. เรียนรู้เข้าใจใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:บริษัท อีทีที จำกัด; 2552.
- [6] นภัทร วัฒนเทพินทร์. วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี: บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด; 2547.
- [7] วีระเชษฐ์ ชันเงิน, วุฒิพล ธาราธิระเศรษฐ์. อิเล็กทรอนิกส์กำลัง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ.พรินตติ้ง; 2548.