

เครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ (Poster)

Automatic Bean Sprouts Cultivation Machine With Reuse Water System And Temperature Controlled

ปิยะพร มุลทองชุน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

Piyaporn Multongchun

Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya

E-mail : piyaporn.m@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างแบบเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ ที่เป็นนวัตกรรมในการเพาะถั่วงอกแบบอัตโนมัติ สามารถใช้ได้ในทุกสถานที่แม้มีสภาพอากาศที่แตกต่างกันไปตามฤดูกาลที่เปลี่ยน ทำให้แก้ปัญหาที่ได้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอ วิธีการโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุณหภูมิ น้ำในถังพัก แล้วฉีดพ่นเข้าไปในถังเพาะถั่วงอก เพื่อปรับอุณหภูมิในถังให้อยู่ในระหว่าง 27-29 องศาเซลเซียส กำหนดจังหวะการรดน้ำทุก 2 ชั่วโมงและควบคุมอุณหภูมิควบคู่กัน เครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ 1.ชุดถังเพาะถั่วงอก 2.ตัวควบคุมจังหวะการรดน้ำ และควบคุมอุณหภูมิ 3.ระบบให้ความร้อนและความเย็น ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนได้ถูกออกแบบทดสอบการใช้งานจนเครื่องเพาะถั่วงอกชุดนี้มีประสิทธิภาพในการเพาะถั่วงอกที่ให้ผลผลิตที่ดี และมีความเสถียร จากการทดลองเพาะถั่วงอกและทำการเปรียบเทียบกับวิธีการเพาะแบบเดิม เครื่องเพาะถั่วงอกระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ สามารถลดระยะเวลาการเพาะเหลือเพียง 48 ชั่วโมง เก็บผลผลิตได้เร็วขึ้น 40 เปอร์เซ็นต์ ในระบบการเพาะไม่เกิดการเน่าเสีย รวมถึงกระบวนการที่เป็นอัตโนมัติง่ายต่อผู้นำเครื่องไปใช้งาน

คำสำคัญ : ถั่วงอก, เครื่องเพาะถั่วงอก, ระบบน้ำหมุนเวียน, ควบคุมอุณหภูมิ

Abstract

This research is aimed to build the bean sprouts cultivation machine which is an innovation to automatically sprout cultivate. This machine can cultivate a sprout in every place that may be climate changed cause of season change with no effect that will solve the unreliability productivity problem. The microcontroller is used for controlling the temperature of water in water bucket and sprays it to sprout bucket to control the temperature in sprout bucket to 27 – 29 Celsius degree. The water spraying is worked in every 2 hours to control the temperature in sprout bucket. The automatic bean sprouts cultivation machine consists of three important parts: 1.Bean Sprout Bucket; 2.Watering and Temperature Controller; 3.Heat and cool

supplier. All parts are developed and tested to guarantee the best productivity of sprout cultivation and also the stable of cultivation operation. This machine can reduce the sprout cultivation time to 48 hours that is faster 40% than the traditional machine. Moreover, there is no rotten sprout in cultivation process and easier to operate by farmer.

Keywords : Bean Sprout, Bean Sprouts Cultivation Machine, Reuse water, Temperature control

1.บทนำ

ถั่วงอกเป็นผักเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความต้องการของผู้บริโภคสูง โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร มีการบริโภควันละประมาณ 200,000 กิโลกรัม และเป็นผักที่มีคุณค่าทางด้านโภชนาการสูง มีโปรตีน กลีโคไซด์ และวิตามิน อีกทั้งยังเป็นผักที่ใช้เวลาในการเพาะประมาณ 2-3 วันสามารถนำไปรับประทานได้ [1] แต่ปัจจุบันพบว่าถั่วงอกส่วนใหญ่ที่จำหน่ายในท้องตลาด มีสารเคมีปนเปื้อนอยู่มาก เพราะผู้ผลิตต้องการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ชอบถั่วงอกที่มีความกรอบขาว อวบอ้วน และนอกจากนี้ผู้ที่เพาะในเชิงพาณิชย์บางส่วน ยังต้องการเร่งการเจริญเติบโตของถั่วงอกเพื่อลดเวลาในการเพาะ และต้องการรักษาถั่วงอกให้คงความสดอยู่ได้นาน ระหว่างการขนส่งสู่ตลาดเพื่อรอการจำหน่ายสู่ลูกค้า ซึ่งระยะเวลาในการขนส่งมีผลให้ถั่วงอกมีคุณภาพลดลง ทำให้ผู้ผลิตบางรายจึงใช้สารเคมีจำพวกสารเร่งอ้วน สารฟอกขาวหรือสารคงความสดผสมในกระบวนการเพาะ สารเคมีเหล่านี้ กระทรวงสาธารณสุขไม่อนุญาตให้ใช้ผสมในอาหาร เพราะล้วนเป็นสารที่มีพิษต่อร่างกาย มีผลต่อระบบทางเดินอาหาร ระบบหายใจ ระบบประสาทและอาจจะทำให้เสียชีวิตได้

จากปัจจัยดังกล่าวและงานวิจัยเครื่องเพาะถั่วงอกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ [2] ที่ใช้วิธีการทดสอบการทำงานโดยการเผยแพร่วิธีการในการเพาะถั่วงอก ลงในสื่อโซเชียลมีเดียเฟสบุ๊ก เพื่อให้ผู้ที่สนใจในภาคต่าง ๆ ของประเทศได้นำไปทดลองเพาะ และได้ติดตามผลดี ผลเสีย ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นโดยได้รวบรวมข้อมูลจากการเพาะ ปัญหาที่พบมากในทุกภาคที่นำไปใช้งานคือเรื่องอุณหภูมิ [3] ในแต่ละภาคมีอุณหภูมิไม่เท่ากันและในแต่ละฤดูก็ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนไป ทำให้มีผลกระทบต่อผลผลิตที่ไม่สม่ำเสมอ เช่นถ้านำไปเพาะที่ภาคเหนือในฤดูหนาว จะใช้เวลาในการเพาะมากถึง 96-104 ชม. หรืออาจเน่าเสียไปเลย ซึ่งปกติจะใช้เวลาในการเพาะ 48-54 ชม. ด้วยเหตุผลทั้งหมดดังที่กล่าวมาจึงเป็นที่มาของงานวิจัยเครื่องเพาะถั่วงอกระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งผู้วิจัยคิดระบบควบคุมอุณหภูมิที่นำมาใช้ต่อยอดจากระบบเดิม และปรับปรุงพัฒนาระบบการเพาะ จังหวะการรดน้ำในระบบน้ำหมุนเวียน ลดปริมาณการใช้น้ำในการเพาะ รวมทั้งการขั้นตอนควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ใช้รดและอุณหภูมิภายในถังเพาะ ลดการเน่าเสียระหว่างการเพาะ เพื่อให้ได้ถั่วงอกที่มีคุณภาพปราศจากสารพิษ ได้ผลผลิตมีคุณภาพขนาดสม่ำเสมอ อีกทั้งในการควบคุมอุณหภูมินี้ยังพบว่าสามารถช่วยลดระยะเวลาการเพาะลง เหลือเวลาเพียง 48 ชั่วโมง ฉะนั้นเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ จึงสามารถใช้เพาะได้ทุกฤดูกาล ทุกสถานที่

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิษณุ มีสวัสดิ์. (2549) “การพัฒนาเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติ”[4] จากการที่ผู้พัฒนาในโครงการนี้ได้ศึกษาการเพาะถั่วงอกที่ชาวบ้านนิยมเพาะกันซึ่งมีอยู่หลายวิธี เช่น ใช้การเพาะในตะกร้า การเพาะในโถดิน โดยใช้วัสดุเพาะธรรมชาติ เช่น ไข่กลบ หทราย ขี้เลื่อย มีขั้นตอนที่ยุ่งยากหลายขั้นตอน จึงมีความคิดจะสร้างเครื่องเพาะโดยนำถั่วงอกไปใส่เข้าไปในเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติ เปิดสวิตช์แล้วก็นำท่อน้ำต่อเข้าไปเหมือนเครื่องซักผ้า จากนั้นเปิดสวิตช์เพื่อเริ่มการทำงาน แล้วรอจนกว่าถั่วงอกออกมาเมื่อถั่วงอกที่เพะนั้นเจริญเติบโตได้ตามที่ต้องการแล้ว ก็สั่งหยุดการทำงานของเครื่องด้วยตนเอง เทคนิคในการสร้างเครื่องมือเพาะถั่วงอกหลักการ คือ ต้องรดน้ำทุก ๆ เวลาที่กำหนด รดทุก 4 ชั่วโมงเป็นเวลา 1 นาฬิกา แล้วหยุด 4 ชั่วโมง แล้วรดน้ำอีกครั้ง 1 นาฬิกา เป็นลำดับแบบนี้ไปเรื่อย ๆ น้ำที่ใช้รดจะผสมปุ๋ยเข้าไปด้วยในอัตราส่วน 1 ส่วนต่อน้ำ 500 ส่วน ก็ใช้เวลาประมาณ 2 วัน หรือประมาณ 48 ชั่วโมง ก็จะได้ถั่วงอกที่งอกออกมาในขนาดที่ค่อนข้างใหญ่ และยาว เทคนิคอีกอย่างหนึ่ง คือ จะใช้ตะแกรงพลาสติกบังคับให้รากเรียบ และตรงปลายรากของถั่วงอกจะเป็นรากสีดำ สามารถที่จะตัดออกได้ง่าย ลักษณะของเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติที่ผู้พัฒนาจะทำการพัฒนาต่อ คือ ตัวถังเพาะในเครื่องต้นแบบจะใช้ถัง 6 แกลลอนโดยถังนี้จะทำเป็นตะแกรงเป็นชั้น ๆ ซึ่งจะใส่ถั่วงอกเข้าไปข้างในสลับข้างกันระหว่างตะแกรงถั่วงอก มีถังน้ำอีกถังหนึ่งอยู่ด้านข้างเป็นถังน้ำ 10 ลิตร และมีปั้มน้ำอยู่ในถัง เวลาสั่งทำงานเครื่องก็จะปั้มน้ำจากในถังเข้าไปรดถั่วงอกในถังเพาะ และจะมีถังเพาะอีกชุดหนึ่งเป็นชุดเติมปุ๋ยชีวภาพจะปั้มน้ำจากกระป๋องปุ๋ยมาเติมในถังน้ำผสม เสร็จแล้วก็นำไปรดถั่วงอก ซึ่งเป็นการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติทั้งหมด โดยนำถั่วงอกใส่ลงในเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติแล้วนำท่อน้ำต่อเข้าไปในถัง จากนั้นเปิดสวิตช์ เพื่อเริ่มการทำงานแล้วรอจนกว่าถั่วงอกได้ขนาดที่ต้องการ ก็จะมีสัญญาณแจ้งเตือนเพื่อแสดงว่าสามารถเก็บถั่วงอกได้ แล้วเครื่องก็จะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ จุดเด่นของเครื่องเพาะถั่วงอก คือ

- 1) สามารถผสมปุ๋ย รดน้ำ ตรวจสอบการเจริญเติบโต และหยุดการทำงานเองโดยอัตโนมัติ เมื่อถั่วงอกได้ขนาดที่ต้องการ
- 2) สามารถบังคับรากให้งอกในรูตาข่ายเพื่อที่จะตัดรากได้ง่าย สามารถล้างเอาเปลือกถั่วงอกออกได้เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถบังคับรากให้งอกติดตาข่าย แล้วนำส่วนหัวของถั่วงอกไปแช่ในน้ำเพื่อทำให้เปลือกบริเวณส่วนหัวของถั่วงอกหลุดออกหมด

2.2 รศ.มนตรี คำชู. (2545). “การพัฒนาเครื่องเพาะถั่วงอกอนามัยอัตโนมัติ” [5] โครงการวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อการพัฒนาการเพาะถั่วงอกแบบอัตโนมัติ โดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้าในการทำงาน ซึ่งอาศัยวิธีการใช้ระบบน้ำหยด และกลักน้ำในการรดน้ำถั่วงอกโดยเครื่องนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

- 1) ถังจ่ายน้ำจะติดตั้งสายยางที่มีระบบน้ำหยดไว้ต่อกับก๊อกน้ำทั่วไปไว้บริเวณขอบถังด้านบน และติดตั้งท่อที่ใช้เป็นกลักน้ำไว้กลางถัง เพื่อทำการจ่ายน้ำลงสู่ถังเพาะด้านล่าง
- 2) ถังเพาะที่บริเวณฝาดังจะติดตั้งท่อเพื่อต่อกับท่อของถังจ่ายน้ำ ที่อยู่ด้านบนเพื่อรับน้ำ และได้ฝาดจะมีแผ่นพลาสติกเจาะรูให้ทั่ว ซึ่งทำหน้าที่รดน้ำให้เมล็ดถั่วงอกในถัง ในถังจะมีตะกร้าที่มีขนาดพอดีกับถัง โดยมีตะแกรงพลาสติกสีดำปิดบนตะกร้าอีกชั้นหนึ่ง และส่วนที่ขอบถังด้านล่างเพื่อระบายน้ำออก

วิธีใช้งานนั้นให้นำถั่วงอกประมาณ 250 กรัม ที่ผ่านการล้างทำความสะอาดแยกเมล็ดที่เสียออก แล้วแช่ถั่วงอกในน้ำธรรมดาหรือน้ำอุ่น 50-60 องศาเซลเซียส ประมาณ 6-8 ชั่วโมง หลังจากแช่แล้วให้นำเมล็ดถั่วงอกมาเทลงในตะกร้า แล้วนำตะกร้าใส่ในถังเพาะจากนั้นปิดด้วยตะแกรงพลาสติกสีดำปิดฝา แล้วนำถังจ่ายน้ำวางไว้ด้านบนถัง

เพาะ ต่อสายยางเข้ากับก๊อกน้ำประปาแล้วเปิดน้ำให้แรงพอประมาณ แล้วปิดฝาลังจ่ายน้ำ น้ำจะไหลผ่านระบบน้ำหยดลงสู่ถังจ่ายน้ำจนถึงระดับของท่อที่ทำเป็นกาลักน้ำ จะใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง เมื่อน้ำอยู่ในระดับที่ตั้งไว้ น้ำจะไหลลงสู่ถังเพาะด้านล่างเพื่อรดถั่ว และระบายออก เมื่อน้ำในถังจ่ายน้ำไหลลงสู่ถังเพาะจนหมด ก็ทำการเก็บน้ำไว้ในถังจ่ายน้ำเพื่อรดใหม่ในครั้งต่อไป และเป็นแบบนี้เรื่อย ๆ เมื่อครบเวลา 2-3 วันก็สามารถเป็นถั่วงอกที่เพาะมารับประทานหรือจำหน่ายได้ โดยเครื่องนี้มีทั้งขนาดเล็กเพื่อใช้ในครัวเรือน และขนาดใหญ่เพื่อใช้ในอุตสาหกรรม

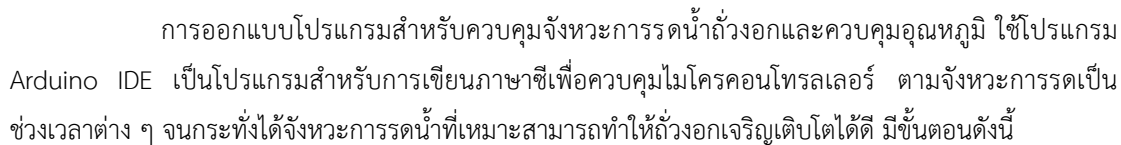
2.3 สุกัญญา สุปงกช, เกศรินทร์ ผึ้งไธสง, และอัฐพส (2553) “การพัฒนาเครื่องเพาะถั่วงอกปลอดสารพิษ” [6] ซึ่งได้พัฒนาการเพาะถั่วงอกแบบปลอดสารพิษซึ่งสามารถตัดรากได้ โดยใช้วิธีเพาะในตะกร้าซึ่งใช้สายยาง กระสอบป่าน พลาสติกมีตาข่ายที่มีรูพรุนขนาด 1 มิลลิเมตร และ 1 เซนติเมตร โดยที่กระสอบป่านทั้งหมดต้องตัดให้เป็นวงกลมขนาดเท่ากับตะกร้าที่ต้องการใช้ในการเพาะ แล้วนำตาข่ายขนาด 1 เซนติเมตร กระสอบป่านและตาข่ายขนาด 1 มิลลิเมตรวางซ้อนกันตามลำดับ จากนั้นใช้เชือกมัดตาข่ายทั้งหมดให้ติดกัน แล้วนำเมล็ดถั่วเขียวที่แช่น้ำไว้ประมาณ 8 ชั่วโมง เทใส่ถาดปลูกที่เตรียมไว้ให้หนาประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำกระสอบป่านมาวางทับอีก 1 ชั้น เพื่อรักษาความชื้น ซึ่งภายใน 1 ตะกร้า สามารถวางถาดปลูกได้ 2 ชุด จากนั้นนำตะกร้าใส่ในถุงดำ ที่เจาะรูที่ก้นถุง เพื่อระบายน้ำออก แล้วทำการรดน้ำจนชุ่ม จากนั้นทำการปิดปากถุงดำแล้วนำไปเก็บไว้ในที่ร่ม และหมั่นรดน้ำเช้า กลางวัน เย็น เมื่อครบ 3 วันก็สามารถทำการเก็บถั่วงอกได้ โดยใช้มีดตัดที่บริเวณโคนต้นของถั่วงอกให้ชิดกับกระสอบป่านชั้นบนให้มากที่สุด เมื่อเสร็จสิ้นวิธีการก็จะได้ถั่วงอกที่ตัดรากเรียบร้อยแล้วที่สามารถนำไปรับประทานหรือจำหน่ายได้ทันที

3.วิธีการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อสร้างเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ ที่ให้ผลในการผลิตถั่วงอกได้ดีทั้งปริมาณและคุณภาพที่สม่ำเสมอในทุกสภาพอากาศ โดยต้องหาค่าที่ดีที่สุดของตัวแปร เช่น อุณหภูมิที่เหมาะสม และจังหวะการรดน้ำ และขั้นตอนในงานวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบการเก็บและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ไว้บนระบบคลาวด์ (Cloud) เพื่อให้สะดวกในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ถึงหลักการ วิธีการ ความคุ้มค่า และความน่าจะเป็นในการผลิต งานวิจัยเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ มีรายละเอียดขั้นตอน วิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้คือ

1. การออกแบบเครื่องเพาะ

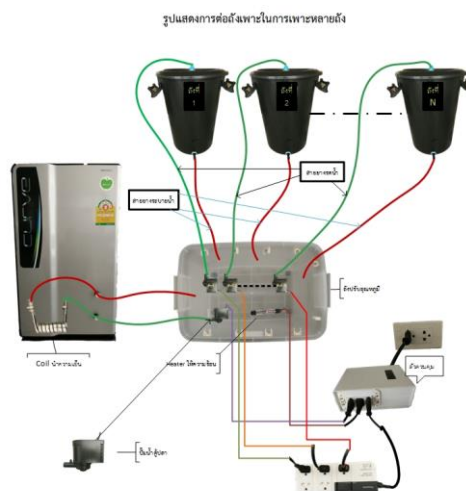
1.1 การออกแบบโดยรวมของเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ การออกแบบแต่ละส่วนของโครงสร้างและภาพรวมของเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ คำนึงถึงหลักการ ทฤษฎี และลักษณะการทำงานของเครื่องฯ ที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง แสดงรายละเอียดดังนี้



- 1) โปรแกรมสั่งให้ปรับอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ
- 2) โปรแกรมสั่งให้รดน้ำและหยุดรดน้ำตามจังหวะที่กำหนด (จังหวะที่ 1 รด 1 นาที หยุด 1 นาที จังหวะที่ 2 รด 1.30 นาที หยุด 1 นาที จังหวะที่ 3 รด 2 นาที หยุด 1 นาที จังหวะที่ 4 รด 2 นาที หยุด 1 นาที)
- 3) โปรแกรมสั่งให้หยุดรดน้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง
- 4) ในระหว่าง 2 ชม. ให้ระบบตรวจสอบอุณหภูมิภายในถังเพาะ ถ้าเกินที่กำหนดระบบจะรดน้ำให้อุณหภูมิให้เหมาะสม
- 5) วนรอบการทำงานเมื่อครบ 2 ชั่วโมง ให้โปรแกรมไปทำขั้นตอนที่ 2 ใหม่
- 6) เมื่อทำงานขั้นตอนที่ 1 – 5 จนครบ 48 ชั่วโมงก็สามารถเก็บเกี่ยวแล้วได้

2. การต่อตัวควบคุมการรดน้ำ

เมื่อเตรียมถังเพาะแล้ว และชุดการเพาะพร้อมเรียบร้อยแล้ว ต่อตัวควบคุมการรดน้ำกับถังเพาะแล้ว และประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการรดน้ำและควบคุมอุณหภูมิ ดังรูปที่ 3 เสียบปลั๊กตัวควบคุมการรดน้ำเครื่อง จะทำการควบคุมอุณหภูมิและการรดน้ำอัตโนมัติรอเก็บผลผลิตได้ในเวลา 48 ชั่วโมง



รูปที่ 3 การต่ออุปกรณ์ควบคุมการรดน้ำและอุณหภูมิ

4. ผลการวิจัย

เครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

1.ชุดควบคุมอุณหภูมิและการรดน้ำ 2.ถังปรับอุณหภูมิ 3.ชุดระบบการเพาะ ทางผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่จะทำให้การเจริญเติบโตของถั่วงอกสม่ำเสมอ ทำให้สามารถควบคุมผลผลิตได้ตามต้องการ ได้ตั้งสมมุติฐานว่า อุณหภูมิเบื้องต้นที่ใช้ในการทดลองในระบบการเพาะถั่วงอกครั้งนี้คือ 29 องศาเซลเซียส การทดลองครั้งนี้จึงปรับช่วงจังหวะเวลาในการรดน้ำให้มีระบบการรดน้ำ 2 ขั้นตอน คือจังหวะในการรดน้ำปกติซึ่งจะรดทุก 2 ชั่วโมง และจังหวะการรดน้ำเพื่อรักษาอุณหภูมิในถังเพาะให้ได้ 29 องศาเซลเซียสตามต้องการ เมื่อทดลองจน




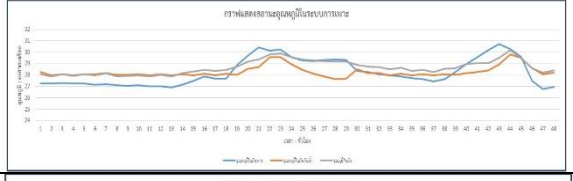

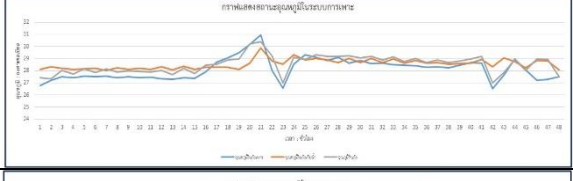


ได้ตัวแปรที่เหมาะสม โดยเปรียบเทียบกับผลผลิตเดิมที่ได้จากเครื่องเพาะถั่วงอกระบบน้ำหมุนเวียนควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และนำค่าตัวแปรที่ได้มาทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องซ้ำอีก เพื่อให้มั่นใจว่าตัวแปรที่เลือกมานั้นมีผลทำให้คุณภาพของการเพาะที่มีประสิทธิภาพได้ผลผลิตที่สม่ำเสมอ โดยได้ผลจากการทดลองดังตารางที่ 1 ตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประเภทของจำนวนชั้นของกระสอบ ที่ระดับอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส


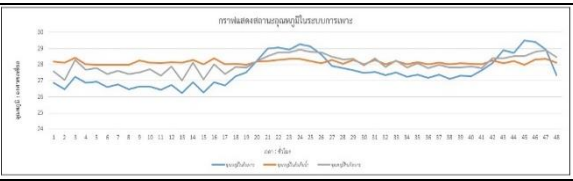

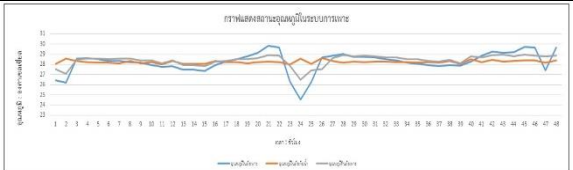
ชุดที่	จำนวนถังที่เพาะ	จำนวนชั้นของกระสอบ	อุณหภูมิ องศาเซลเซียส	เวลาเพาะ(ชม.)	ผลผลิต
1	19	1	29	48	พอม
2	14	2	29	48	อวบ

การทดสอบพบว่า การแบ่งเพาะใช้กระสอบ 1 ชั้น ผลผลิตถั่วงอกมีขนาดพอม และกระสอบ 2 ชั้น ผลผลิตถั่วงอกมีขนาดอวบอ้วนขึ้น


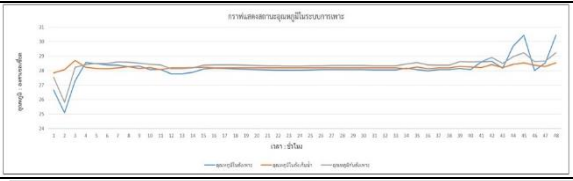



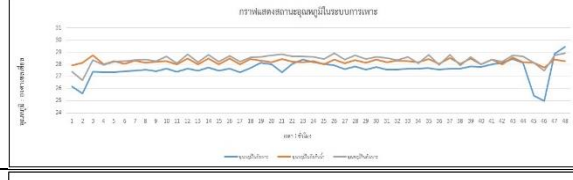




ตารางที่ 2 แสดงผลผลิตที่ได้จากการทดลองใช้กระสอบ 1 ชั้น

ครั้งที่	จำนวนถังเพาะ	ผลผลิต	กราฟแสดงสถานะอุณหภูมิในระบบ
1	1		
2	2		
3	4		
4	4		




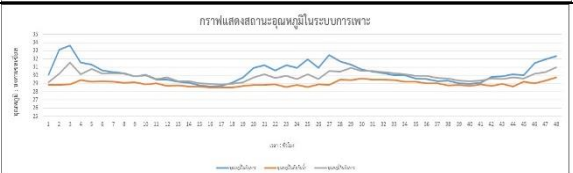
ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงผลผลิตที่ได้จากการทดลองใช้กระสอบ 1 ชั้น

5	4		
6	4		

ตารางที่ 3 แสดงผลผลิตที่ได้จากการทดลองใช้กระสอบ 2 ชั้น

ครั้งที่	จำนวนถังเพาะ	ผลผลิต	กราฟแสดงสถานะอุณหภูมิในระบบ
1	2		
2	2		
3	2		
4	2		
5	2		

ตารางที่ 3 (ต่อ) แสดงผลผลิตที่ได้จากการทดลองใช้กระสอบ 2 ชั้น

6	2		
7	2		

5. การอภิปรายและสรุปผล

จากการทดสอบการใช้งานเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ สามารถทำการเพาะถั่วงอกได้ที่มีคุณภาพจะต้องควบคุมอุณหภูมิในถังเพาะให้ได้ 29 องศาเซลเซียส และใช้กระสอบในการเพาะ 2 ชั้น จะทำให้ถั่วงอกมีขนาดอ้วนขึ้น ได้ผลดีเพื่อการดูดซึมน้ำ อีกทั้งยังให้ความชื้นมากขึ้นไว้สำหรับเป็นอาหาร ซึ่งเป็นปัจจัยในการเจริญเติบโตของถั่วงอก มีผลผลิตที่สม่ำเสมอ จากผลการทดสอบดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วงอกซึ่งรวมไปถึงการที่ทำให้ถั่วงอกเน่าเสีย สิ่งเหล่านี้ขึ้นอยู่กับการทำความสะดวกอุปกรณ์ของผู้ที่จะทำการเพาะ

ผลผลิตที่ได้จากการใช้งานเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ ส่วนใหญ่ผลผลิตจะออกมาในระดับปานกลางคือ ถั่วงอกไม่อ้วนเท่าถั่วงอกที่มีขายตามตลาด แต่ถั่วงอกจะไม่มน้ำ มีสีขาวตามธรรมชาติ ตัดรากออกหมดทำให้ดูน่ารับประทาน ไม่เหม็นเขียว เก็บได้นานถึง 7 วันโดยแช่ไว้ในตู้เย็นช่องแช่ผักปลอดสารฟอกขาวและ สารเร่งอ้วน ส่วนระบบการเพาะที่ออกแบบในครั้งนี้นี้เหมาะสำหรับใช้เพาะรับประทานในครัวเรือน ได้ผลผลิตในปริมาณไม่มาก ครั้งละ 3-10 กิโลกรัม การควบคุมอุณหภูมิในถังเพาะทำให้ผลผลิตมีขนาดสม่ำเสมอ สามารถเพาะได้ทุกสภาพอากาศ ที่สำคัญระบบของเครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ ยังไม่พบการเน่าเสียในการเพาะ ซึ่งระบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ในเชิงอุตสาหกรรมได้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ต้องขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยงยุทธ สุจิตต์ และนายสันติ สติสุวรรณนะ ที่ช่วยให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่สนับสนุนทุนวิจัย เพื่อพัฒนาเครื่องเพาะถั่วงอกระบบน้ำหมุนเวียนแบบควบคุมอุณหภูมิ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] นิพนธ์ ไชยมงคล. ถั่วงอก. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.vegetweb.com/wp-content/download/sprout.pdf>, 2559. [สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2559]
- [2] ยงยุทธ สุจิตต์ และคณะ. การพัฒนาเครื่องเพาะถั่วงอกระบบน้ำหมุนเวียนควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์. สงขลา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 2556.

- [3] รุ่งนภา ตั้งจิตรเจริญกุล. **ผลของอุณหภูมิที่มีอิทธิพลต่อถั่วเขียว**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.lib.kps.ku.ac.th/SpecialProject/old_list/old_list_dise1-0291/RunnapaTa.pdf, 2559. [สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2559]
- [4] วิษณุ มีสวัสดิ์. **เครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติ**. เข้าถึงได้จาก <http://www.stou.ac.th/study/sumrit/2-53/page3-2-53.html>, 2558. [สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2558]
- [5] มนตรี คำชู. **เครื่องเพาะถั่วงอกน่ายอดโนมิติ**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.tsae.asia/?p=563/>, 2558. [สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2558]
- [6] สุกัญญา สุปงกช, เกศรินทร์ ฝั่งไธสง, และอัฐพส. **เครื่องเพาะถั่วงอกปลอดสารพิษ**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.youtube.com/watch?v=hLHKVWIm18Q&feature=related>, 2558. [สืบค้นเมื่อ 14 พฤศจิกายน 2558]
- [7] NodeMCU คืออะไร. แหล่งที่มา: <http://naringroup.blogspot.com/2016/03/iot-smart-home-nodemcu-v2-part-2.html>, 22 ธันวาคม 2559.
- [8] DHT22 Temperature & Relative Humidity Sensor. แหล่งที่มา: http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=dht22_am2302, 22 พฤศจิกายน 2559.