

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์



<https://ph05.tci-thaijo.org/index.php/bru-idtech-journal>

Faculty of Industrial Technology
Buriram Rajabhat University

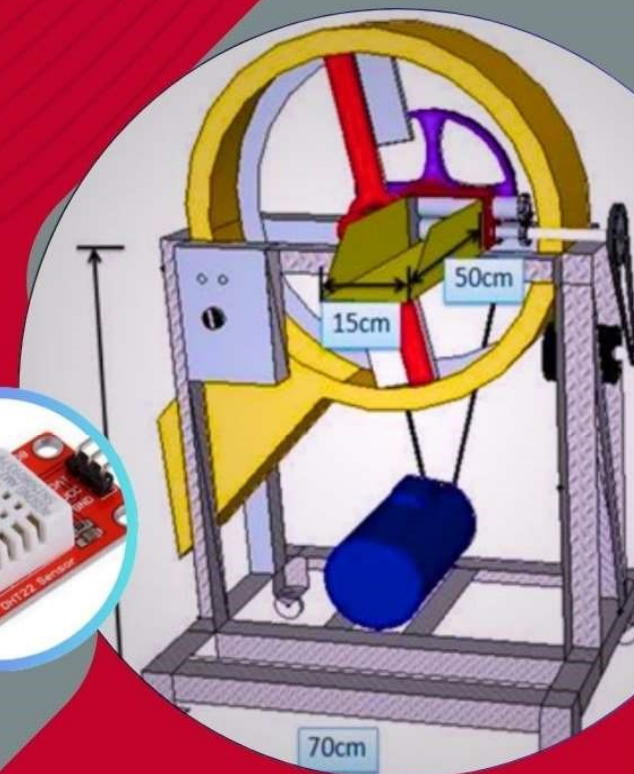
439 Jira Road, Nai Mueang Sub-district,
Mueang Buri Ram District, Buri Ram
Province 31000, Thailand

Tel : (66) 044-611221

Fax : (66) 044-612585

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

Vol. 5, No. 2, July - December 2023



Published by the Faculty of Industrial Technology
Buriram Rajabhat University

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2566

เจ้าของ

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัชร วัชรภัทรกุล

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ	เอกวุฒินงศา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.วินัย	ใจกล้า	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.ชูพงษ์	ทองคำสมุทร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย	คำแสน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
รองศาสตราจารย์ สุขุมาล	เล็กสวัสดิ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธ	ไถยวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภวัฒน์	ลาวัณย์วิสุทธิ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
รองศาสตราจารย์ ดร.เบญจลักษณ์	เมืองมีศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิเรก	จันทะคุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

ผู้ประสานงานและจัดทำ

นางสาวขวัญ สมยินดี

นางสาวพิมพ์ธัญญา ทะยานรัมย์

วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ผลงานทางวิชาการ ด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม ครุศาสตร์
อุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ นวัตกรรมและเทคโนโลยี สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสหวิทยาการด้าน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา อาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป

กำหนดการออกวารสาร

ปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน และฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม

ที่อยู่

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

เลขที่ 439 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ 31000

โทรศัพท์: 0 4461 1221 อีเมล: idtechjr@bru.ac.th

เว็บไซต์: <https://ph05.tci-thaijo.org/index.php/bru-idtech-journal>

บทความที่ลงพิมพ์เป็นข้อคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น

ผู้เขียนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใด ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากบทความนั้น

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ฉบับนี้เป็นปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2566) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ผลงานทางวิชาการ ด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม ครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ นวัตกรรมและเทคโนโลยี สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา อาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป บทความวิจัยในฉบับนี้มีจำนวนทั้งหมด 4 บทความ ซึ่งเป็นบทความวิจัยที่น่าสนใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผู้ที่สนใจสามารถติดตามอ่านบทความวิจัยของวารสารวิชาการฯ ผ่านระบบ ThaiJo ในรูปแบบฉบับออนไลน์ได้

กองบรรณาธิการ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer reviewers) ภายในและภายนอกที่ได้ประเมินบทความวิจัยในฉบับนี้ และขอขอบคุณผู้สนับสนุนบทความ (Authors)ทุกท่านที่ให้ความสนใจส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารฯ ซึ่งทางกองบรรณาธิการมีความตั้งใจและทุ่มเทเพื่อเป็นที่ยอมรับด้านคุณภาพวารสารในระดับสากล และกองบรรณาธิการยินดีรับข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงวารสารฯ ให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัชร เวชภัทรกุล

บรรณาธิการ

สารบัญ

	หน้า
บทความวิจัย	
การพัฒนาระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ Development of Research Database system Research on Faculty of Technical Education King Mongkut's University of Technology North Bangkok กณิตา กลนาม, วลัยพร ยอดคำมี, ปิยะ กรกขจินตนาการ, ประดิษฐ์ เหมือนคิด, พรสวรรค์ จันทะคัด	34
การออกแบบและพัฒนาเครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์ Design and Development of Pennisetum Purpureum Chopper for herbivores Machine วรัญญู ทองเพชร, ฉัตรชัย วระธงชัย, จตุพงษ์ อ่อนเรือง, ธนาวุฒิ ศิริเอี่ยมตระกูล, กิ่งกาญจน์ สระบัว	44
การพัฒนาแบบจำลองระบบควบคุมการปลูกพืชในโรงเรือนด้วย IoT บนแพลตฟอร์ม NETPIE Development of Building Planting Control System Model with IoT-based Using NETPIE Platform ชัยวุฒิ วุทธิสิทธิ์	53
เครื่องหมักกระเทียมดำ Black Garlic ferment Machine สิทธิพันธ์ ปัญญาเลิศชัย, สันติสุข ประทีปเมือง, พนัสนันท์ คล้ายเมืองปัก, ภูริชญ์ งามคง	63

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Development of Research Database system Research on Faculty of Technical Education King Mongkut's University of Technology North Bangkok

กณิดา กลานาม¹ วลัยพร ยอดคำมี² ปิยะ กรกชจินตนาการ³ ประดิษฐ์ เหมือนคิด⁴ พรสวรรค์ จันทะคัต^{5*}

Kanita Konnam¹ Walaiporn Yodkamme² Piya Korakotjintanakarn³

Pradit Muankid⁴ and Bhornsawan Chantakhad^{5*}

^{1,2,3,4,5*} คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

^{1,2,3,4,5*} Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

*Corresponding author. E-mail: bhornsawan.c@fte.kmutnb.ac.th

Received: 14 September 2023

Revised: 25 October 2023

Accepted: 10 November 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อฐานข้อมูลระบบผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีกลุ่มตัวอย่างได้แก่ เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชา และเจ้าหน้าที่สำนักงานคณบดี โดยใช้วิธีการแบบเจาะจงจำนวน 15 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติอย่างง่ายคือค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การประเมินคุณภาพระบบฐานข้อมูลวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ส่วนผลการประเมินผู้ใช้งานระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัยโดยภาพรวม พบว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.03 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.565 ส่วนการพิจารณาเป็นรายข้อมีความคิดเห็นต่อการใช้ระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัยสูงสุดจำนวน 3 ข้อ ได้แก่ 1) การใช้ประโยชน์จากระบบผลงานวิจัย 2) ข้อมูลมีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน 3) ความเหมาะสมของรูปแบบที่ใช้ในระบบฐานข้อมูล

คำสำคัญ: ระบบฐานข้อมูล ผลงานวิจัย

Abstract

This research aims to 1) develop a database of research results. Faculty of Industrial Education King Mongkut's University of Technology North Bangkok 2) to study the opinions of

users on the research system database. Faculty of Industrial Education King Mongkut's University of Technology North Bangkok with sample groups as follows Department staff and staff of the Dean's Office Using a specific method of 15 people by random sampling. The research tool was a questionnaire. Simple statistical analysis is the mean. And the standard deviation the evaluation of the quality of the research database system by 3 experts had a high level of opinion. The average value was 4.11. The results of the evaluation of users of the research database system as a whole were found. There is a high level of opinion. The mean value was 4.03 and the standard deviation of 0.565, while being considered individually, there were 3 opinions on the use of the research database system, as follows: 1) Utilization of the research system 2) The data contained Benefits to users 3) the suitability of the format used in the database system.

Keywords: Database system, Research.

1. บทนำ

เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นสิ่งที่จำเป็นและเป็นที่ยอมรับในยุคปัจจุบันและเป็นผู้ที่หน่วยงานต่าง ๆ เห็นความจำเป็นและใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการดำเนินงาน การบริหารงานและการตัดสินใจ ซึ่งในหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนทั้งในวงการธุรกิจ อุตสาหกรรมและการศึกษา ต้องมีข้อมูลสารสนเทศที่ดีโดยมีกระบวนการจัดการผ่านคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ นับตั้งแต่การผลิต การจัดเก็บ การประมวลผล การเรียกใช้และการสื่อสารสารสนเทศ รวมทั้งการแลกเปลี่ยนและการใช้ทรัพยากรสารสนเทศร่วมกันให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ [1]

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือได้ให้ความสำคัญที่จะพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนการบริหารและการวิจัยของมหาวิทยาลัยให้ดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ และได้เล็งเห็นปัญหาทางด้านผลงานวิจัยที่มีข้อมูลกระจัดกระจาย ยังไม่มีระบบในการจัดเก็บข้อมูล และเสียเวลาในการสืบค้นข้อมูล เสียเวลารายงานผลข้อมูลต่างๆ รวมทั้งการรายงานผลการดำเนินงานประกันคุณภาพการศึกษาเป็นประจำทุกปี ซึ่งล้วนแล้วต้องใช้ข้อมูลผลงานวิจัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการจัดทำระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัยของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เพื่อจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ และสามารถเรียกใช้ ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นข้อมูลเพื่อให้ผู้บริหารกำหนดนโยบายเพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษาของมหาวิทยาลัยต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2.2 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อฐานข้อมูลระบบผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ตามวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาฐานข้อมูลระบบผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชา และเจ้าหน้าที่สำนักงานคณบดี จำนวน 50 คน [2]

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชา และเจ้าหน้าที่สำนักงานคณบดี คัดเลือกโดยใช้วิธีการแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 15 คน

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วยตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

3.3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ ฐานข้อมูลระบบผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อฐานข้อมูลระบบผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4. วิธีการวิจัย

4.1 พัฒนาระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยแบ่งออกเป็น ระบบจัดเก็บข้อมูล และระบบสืบค้นข้อมูล ตามขั้นตอนพัฒนาโปรแกรม ดังนี้

4.1.1 พัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูล มีขั้นตอนในการพัฒนา ดังนี้

4.1.1.1 การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) ศึกษาข้อมูล รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ปัญหาและความต้องการของระบบโดยการสัมภาษณ์แล้วศึกษาจากเอกสาร ศึกษาหาเครื่องมือที่เหมาะสมในการสร้างระบบ และตัดสินใจเลือกพัฒนาระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัย ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความสำคัญและผู้ใช้มีความต้องการสูงสุด เนื่องจากผลงานวิจัยมีความจำเป็นต้องใช้รายงานประเด็นยุทธศาสตร์ต่างๆ งานประกันคุณภาพการศึกษา อาจารย์ประจำหลักสูตรก็จำเป็นต้องใช้ผลงานวิจัย ดังนั้นควรแบ่งแยกข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่เพื่อความถูกต้องของข้อมูล

4.1.1.2 การออกแบบและการจัดเก็บข้อมูล ดำเนินการออกแบบระบบบริหารจัดการผลงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วย ผู้ใช้งาน ผลงานวิจัย การสืบค้นผลงานวิจัย

1) การออกแบบตารางฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลสารสนเทศ รูปภาพ แลวนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านกราฟฟิก เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการออกแบบ ตารางฐานข้อมูลของระบบบริหารจัดการผลงานวิจัย

2) ปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำ ของผู้เชี่ยวชาญ โดยแบ่งแยกข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ ได้แก่ ส่วนหน้าของระบบ การเข้าสู่ระบบ ข้อมูลผลงานวิจัย การเพิ่มผู้ใช้งานในระบบ การแสดงรายงานการเข้าใช้งานระบบของผู้ใช้งาน การจัดการข้อมูลรหัสผ่าน การออกรายงาน

3) ดำเนินการออกแบบระบบบริหารจัดการผลงานวิจัยและสร้างระบบจัดเก็บข้อมูลผลงานวิจัย เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการเตรียมการนำเข้าข้อมูลและการออกแบบระบบบริหารจัดการผลงานวิจัย

4) ปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยปรับตามข้อมูลผลงานวิจัยให้ถูกต้อง

4.1.1.3 การเขียนโปรแกรม (Program Coding) หลังจากสร้างระบบบริหารจัดการผลงานวิจัยในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จากนั้นดำเนินการเขียนโปรแกรมตามความต้องการของระบบบริหารจัดการผลงานวิจัย ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์ แอ็กเซส (Microsoft Access) แล้วนำเข้าข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

4.1.1.4 การทดสอบโปรแกรม (Program Testing) ทดสอบการทำงานของระบบโดยการออกรายงานของข้อมูลต้องมีข้อมูลครบถ้วน

4.1.2 พัฒนาระบบสืบค้นข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

4.1.2.1 การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) ศึกษาข้อมูล รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ปัญหาและความต้องการของระบบโดยการสัมภาษณ์แล้วศึกษาจากเอกสาร ศึกษาหาเครื่องมือที่เหมาะสมในการสร้างระบบ และตัดสินใจเลือกพัฒนาระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัย ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความสำคัญและผู้ใช้มีความต้องการสูงสุด เนื่องจากผลงานวิจัยมีความจำเป็นต้องใช้รายงานประเด็นยุทธศาสตร์ต่างๆ งานประกันคุณภาพการศึกษา อาจารย์ประจำหลักสูตรก็จำเป็นต้องใช้ผลงานวิจัย โดยระบบสืบค้นข้อมูล ต้องมีความสะดวกในการค้นหา และมีความรวดเร็วในการ Download ข้อมูล

4.1.2.2 การออกแบบขั้นตอนสำหรับโปรแกรม (Program Design) ดำเนินการสร้างโครงสร้างฐานข้อมูล และนำเข้าข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลผลงานวิจัย ในส่วนของระบบสืบค้นข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ต โดยใช้การสืบค้นข้อมูลแบบง่าย และใช้ทฤษฎีสีในการออกแบบ การเลือกสีให้เข้ากับเนื้อหาของเว็บไซต์ จะทำให้เว็บไซต์มีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น และยังส่งผลอย่างมากกับความสวยงามของเว็บไซต์

1) สร้างระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัย โดยใช้โปรแกรม phpMyadmin โดยการออกแบบโครงสร้างตารางฐานข้อมูลให้สอดคล้องกับตารางฐานข้อมูลผลงานวิจัย ระบบการจัดเก็บข้อมูล

2) การถ่ายโอนข้อมูลจากฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างการจัดเก็บฐานข้อมูลและข้อมูลที่เหมือนกัน โดยถ่ายโอนข้อมูลจากฐานข้อมูลที่สร้างด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์ แอ็กเซส (Microsoft Access) มาเก็บไว้ในฐานข้อมูลที่จัดการด้วยโปรแกรม phpMyadmin ลงในฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL)

4.1.2.3 การเขียนโปรแกรม (Program Coding) หลังจากนำเข้าฐานข้อมูลในส่วนของบริษัทสืบค้นข้อมูลเรียบร้อยแล้ว เขียนโปรแกรมติดต่อฐานข้อมูลผลงานวิจัย โดยโปรแกรมภาษา PHP เขียนโปรแกรมเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลที่โอนข้อมูลมาเก็บไว้ในโครงสร้าง ข้อมูลที่สร้างจากฐานข้อมูล มาเอสคิวแอล (MySQL) โดยจัดการผ่านโปรแกรม phpMyadmin สร้างหน้าจอเชื่อมประสานกับฐานข้อมูล และใช้โปรแกรมภาษาพีเอชพีในการเขียนสคริปต์ (Script) คำสั่งการสืบค้นข้อมูลแบบง่าย โดยมีความสะดวกในการเข้าสู่เว็บไซต์และสะดวกในการค้นหา

4.1.2.4 การทดสอบโปรแกรม (Program Testing) ทดสอบการทำงานของระบบที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้เรียบร้อย โดยแก้ไขสัดส่วนของภาพให้ถูกต้องและปรับปรุงการออกแบบหน้าจอ ให้มีความสวยงาม เหมาะสม การออกแบบหน้าจอให้สามารถใช้งานได้ง่าย และออกแบบหน้าจอ ให้มีความน่าสนใจโดยใช้รูปภาพมาแสดงผลในหน้าหลักทำให้เกิดความน่าสนใจ

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัย แบบประเมินคุณภาพ และแบบสอบถาม

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ใช้การเก็บข้อมูลโดยผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยได้นำข้อมูลจากแบบสอบถามที่เก็บรวบรวมได้มาเปลี่ยนเป็นรหัสตัวเลข (Code) แล้วบันทึกลงในโปรแกรมเพื่อดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.4.1 การคำนวณข้อมูลเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จากแบบสอบถาม ตอนที่ 1 มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check-List) จะใช้วิธีการหาค่าความถี่ (Frequency) แล้วสรุปออกมาเป็นร้อยละ (Percentage)

4.4.2 แบบสอบถามตอนที่ 2 แบบสอบถามส่วนนี้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จะใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย (Mean : $\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) โดยจะแสดงแบบ Descriptive Statistics

4.4.3 การคำนวณข้อมูลเกี่ยวกับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ ที่มีผลต่อระบบบริหารจัดการผลงานวิจัย จากแบบสอบถามตอนที่ 3 ที่มีลักษณะเป็นแบบปลายเปิด (Open-Ended) ใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) แล้วสรุปออกมาเป็นค่าความถี่ (Frequency) โดยเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการประเมินระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินโดยใช้แบบประเมินคุณภาพระบบฐานข้อมูลวิจัย เพื่อสอบถามความคิดเห็นและประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับกระบวนการในการนำระบบฐานข้อมูลไปใช้เพื่อเป็นการจัดเก็บข้อมูลได้อย่างเหมาะสมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งผลการประเมินโดยภาพรวมดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินระบบฐานข้อมูลผลการวิจัย โดยภาพรวม

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ด้านระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัย	4.00	1.000	มาก
ด้านการเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล	4.00	1.000	มาก
ด้านข้อมูลผลงานวิจัย	4.33	.577	มาก
ด้านการรายงานการเข้าใช้งานระบบ	4.33	.577	มาก
ด้านการจัดการข้อมูลรหัสผ่าน	4.00	1.000	มาก
ด้านการออกรายงาน	4.00	1.000	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยภาพรวม	4.11	.839	มาก

ผลการประเมินระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าคะแนนเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.839 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านข้อมูลผลงานวิจัยและด้านการรายงานการเข้าใช้งานระบบ มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 เท่ากัน และด้านระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัย ด้านการเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล ด้านการจัดการข้อมูลรหัสผ่าน และด้านการออกรายงาน มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 เท่ากัน

5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check-List) มีจำนวน 3 ข้อ ดังนี้

5.2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านเพศ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านเพศ

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
เพศชาย	1	6.67
เพศหญิง	14	93.33
รวม	15	100.00

จากตารางที่ 2 พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านเพศ ส่วนใหญ่ ได้แก่ เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 93.33 ที่เหลือ ได้แก่ เพศชาย คิดเป็นร้อยละ 6.67

5.2.2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านอายุ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านอายุ

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านอายุ

อายุ	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 30 ปี	1	6.67
30-40 ปี	8	53.33
มากกว่า 40-50 ปี	4	26.67
มากกว่า 50 ปี	2	13.33
รวม	15	100.00

จากตารางที่ 3 พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านอายุ ส่วนใหญ่ได้แก่ 30-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 53.33 รองลงมาได้แก่ มากกว่า 40-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 26.67 มากกว่า 50 ปี คิดเป็นร้อยละ 13.33 และต่ำกว่า 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 6.67 ตามลำดับ

5.2.3 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านวุฒิการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านวุฒิการศึกษา

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านวุฒิการศึกษา

วุฒิการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
ปริญญาตรี	10	66.67
ปริญญาโท	5	33.33
รวม	15	100.00

จากตารางที่ 4 พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านวุฒิการศึกษา ส่วนใหญ่ได้แก่ ปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 66.67 ที่เหลือได้แก่ปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 33.33

5.3 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยภาพรวมดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบผลงานวิจัย

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยภาพรวม

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล (N=15)
1. ความเหมาะสมของรูปแบบที่ใช้ในระบบฐานข้อมูล	4.13	.743	มาก
2. ความสะดวกในการเข้าสู่ระบบ	4.07	.458	มาก
3. การใช้ประโยชน์จากระบบผลงานวิจัย	4.20	.676	มาก
4. ระบบใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน	3.93	.799	มาก
5. สามารถค้นหาหรือเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้	3.93	.704	มาก
6. ประสิทธิภาพ/ความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ	3.93	.704	มาก
7. ข้อมูลมีความถูกต้องสมบูรณ์และครบถ้วน	3.93	.594	มาก
8. ข้อมูลมีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน	4.20	.676	มาก
9. การออกรายงานผลงานวิจัยครบถ้วน	3.93	.458	มาก
10. กำหนดสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลมีความปลอดภัย	4.07	.594	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยภาพรวม	4.03	.565	มาก

จากตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยภาพรวมจำนวน 15 คน ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.03 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.565 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.93-4.20 เรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยจากมากไปน้อยตามเกณฑ์ในการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลได้ดังนี้

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อในการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยภาพรวม พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากจำนวน 10 ข้อ เรียงตามค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้

1. การใช้ประโยชน์จากระบบผลงานวิจัย มีค่าเฉลี่ย 4.20
2. ข้อมูลมีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.20
3. ความเหมาะสมของรูปแบบที่ใช้ในระบบฐานข้อมูล มีค่าเฉลี่ย 4.13
4. ความสะดวกในการเข้าสู่ระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.07
5. กำหนดสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลมีความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย 4.07
6. การออกรายงานผลงานวิจัยครบถ้วน มีค่าเฉลี่ย 3.93
7. ข้อมูลมีความถูกต้องสมบูรณ์และครบถ้วน มีค่าเฉลี่ย 3.93
8. สามารถค้นหาหรือเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้ มีค่าเฉลี่ย 3.93
9. ประสิทธิภาพ/ความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ มีค่าเฉลี่ย 3.93
10. ระบบใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน มีค่าเฉลี่ย 3.93

6. อภิปรายผลการวิจัย

ประเด็นสำคัญที่ได้พบจากผลการวิจัยในเรื่องนี้ ผู้วิจัยจะได้นำมาอภิปรายเพื่อสรุปเป็นข้อยุติให้ทราบถึงข้อเท็จจริงโดยมีการนำเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาอ้างอิงสนับสนุนหรือขัดแย้ง ดังนี้

6.1 ผลการประเมินระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าคะแนนเฉลี่ยโดยภาพรวม อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษสุวัชร (2554) [3] ที่พบว่าผลการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากและผลการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคโนโลยีการศึกษามีคุณภาพอยู่ในระดับดี

6.2 ผลการวิจัยความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยภาพรวม พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก 4.11 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษสุวัชร (2554) [3] ที่พบว่า บุคลากรมีความพึงพอใจระบบฐานข้อมูลสารสนเทศเพื่อการประชาสัมพันธ์ บนเครือข่ายมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒอยู่ในระดับมาก

6.3 ผลการวิจัยความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่าในเรื่องของข้อมูลมีความถูกต้องสมบูรณ์และครบถ้วน อยู่ในระดับมาก มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ภัทรพงษ์ และ ศักดิ์ชัย (2558) [4] ที่พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้ด้านความสมบูรณ์ของข้อมูลอยู่ที่ระดับดี

6.4 ผลการวิจัยความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่าในเรื่องของการออกรายงานผลงานวิจัยครบถ้วน อยู่ในระดับมาก มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สมพล (2558) [5] ที่พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อการแสดงผล อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.25$ S.D.=0.55)

7. ข้อเสนอแนะการวิจัย

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้วิจัยจะขอเสนอแนะดังนี้

7.1 ควรดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลผลงานวิจัย โดยใช้กับกลุ่มเป้าหมายอื่นๆ เช่น กลุ่มสายวิชาการ ให้กรอกข้อมูลผลงานวิจัย เพื่อนำข้อมูลไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในด้านต่างๆ มากขึ้น

7.2 ควรเพิ่มผลงานด้านตำราเรียน ทนภายใน ทนภายนอก เพื่อให้ระบบมีผลงานครอบคลุมเพิ่มมากยิ่งขึ้น

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2561). [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 4 กรกฎาคม 2561]. จาก <https://bemler.wordpress.com/2014/>.
- [2] งานบริหารและธุรการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม (2561) ข้อมูล ณ วันที่ 4 กรกฎาคม 2561
- [3] กฤษสุวัชร ประโยชน์พิบูลผล. (2554) “การพัฒนาระบบฐานข้อมูลสารสนเทศ เพื่อการประชาสัมพันธ์บนเครือข่ายมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ” สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

-
- [4] ภัทรพงษ์ แซ่ตั้ง และศักดิ์ชัย ศิริรัตนพาณิชย์ (2557) “การพัฒนาระบบฐานข้อมูลหลักสูตรออนไลน์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติเพื่อสนับสนุนงานวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์” สนับสนุนงบประมาณโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.
- [5] สมพล สุขเจริญพงษ์ และกสมล ชนะสุข (2558) “การพัฒนาระบบฐานข้อมูลของจังหวัดนครปฐม” วารสารวิทยาการจัดการสมัยใหม่, ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม-มิถุนายน.

การออกแบบและพัฒนาเครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์ Design and Development of Pennisetum Purpureum Chopper for herbivores Machine

วรัญญู ทองเพชร¹ ฉัตรชัย วระธงชัย² จตุพงษ์ อ่อนเรือง³ ธนาวุฒิ ศิริเอี่ยมตระกูล⁴ กิ่งกาญจน์ สระเบบัว^{5*}

Varanyoo Thongpech¹ Chatchai Warathongchai² Chatuphong Onrueang³

Thanawut Siriaiemtrakoon⁴ and Kingkan Srabua^{5*}

^{1,2,3,4,5*} คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

^{1,2,3,4,5*} Faculty of Industrial Technology, Buriram Rajabhat University

*Corresponding author. E-mail: kingkan.sb@bru.ac.th

Received: 25 July 2023

Revised: 4 December 2023

Accepted: 15 December 2023

บทคัดย่อ

การออกแบบและพัฒนาเครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์นี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์ เครื่องสับหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์ประกอบด้วยชุดใบมีด สับหญ้าใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลต์ 1 แรงม้า 1,450 รอบต่อนาที และชุดลูกป้อนในการป้อนหญ้าเข้าสับโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ 350 วัตต์ 400 รอบต่อนาที สามารถปรับการทำงานการสับหญ้าได้ 2 ระดับ คือ สับย่อยหญ้าแบบละเอียดขนาดอยู่ที่ 0.1 - 1 เซนติเมตร อัตราเร็วในการสับแบบละเอียดอยู่ที่ 246 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องมีค่า 0.0044 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นเงิน 0.013 บาทต่อกิโลกรัม และสับย่อยแบบหยาบขนาดอยู่ที่ 1-3 เซนติเมตรอัตราเร็วในการสับแบบหยาบอยู่ที่ 571.43 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องมีค่า 0.0014 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นเงิน 0.0042 บาทต่อกิโลกรัม

คำสำคัญ: เครื่องสับย่อยหญ้า หญ้าเนเปียร์ นวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์

Abstract

Design and Development of Pennisetum Purpureum Chopper for herbivores Machine. The purpose is 1) to design and development of Pennisetum Purpureum Chopper for herbivores Machine. 2) to find the efficiency of the Pennisetum Purpureum Chopper for herbivores Machine. This includes a set of grass cutters. Use AC motor 230 V_{AC} 1 HP 1,450

RPM and feeder use DC motor 24 VDC 350 W 400 RPM. Adjustable grass is two levels. The fine chopper size is from 0.1 to 1.0 centimeters and has a speed of 246 kilograms per hour. The electrical energy of the machine is 0.0044KWh/kg is 0.013 Baht/kg and coarsely chopped 1.0 - 3.0cm. The roughing speed is 571.43 kg/h. The machine's power value. 0.0014KWh/kg is 0.0042 baht/kg

Keywords: Grass Shredding Machine, Pennisetum Purpureum, Innovation, Invention

1. บทนำ

ปัจจุบันโค กระบือ สุกรและปลา ได้มีการอุปโภคและบริโภคเป็นจำนวนมากทำให้มีราคาทางการตลาดที่สูงและเป็นที่ต้องการของตลาดเป็นจำนวนมาก แต่ประสบปัญหาเรื่องการเลี้ยงดูเพราะอาหารสัตว์มีราคาสูงทำให้เกษตรกรต้องหาวิธีในการแก้ปัญหาและต้องอาศัยให้กินหญ้าในการเลี้ยงดูแต่หญ้าจะขาดแคลนในช่วงฤดูทำไร่นาและช่วงหน้าแล้งเพราะหญ้าไม่เพียงพอเกษตรกรจึงประสบปัญหาขาดแคลนแหล่งอาหารไม่เพียงพอต่อการบริโภคของโค กระบือ สุกรและปลา เพราะสัตว์เลี้ยงดังกล่าวเป็นสัตว์กินพืชทางเกษตรกรจึงแก้ไขปัญหาโดยการปลูกหญ้าเนเปียร์เพราะหญ้าเนเปียร์โปรตีนและสารอาหารอื่นๆ อีกมากมายซึ่งช่วยเร่งการเจริญเติบโตของสัตว์ได้ดีและลดค่าอาหารให้แก่เกษตรกร หญ้าเนเปียร์เป็นพืชที่สัตว์หลายๆ ชนิดสามารถกินได้ ซึ่งการปลูกพืชอาหารสัตว์หรือการปลูกหญ้าเนเปียร์นั้นเป็นการประกันความมั่นคงทางอาหารได้ตลอดทั้งปี หญ้าเนเปียร์เป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรให้ความสนใจเพื่อใช้เป็นอาหาร โค กระบือ สุกร และปลา เพื่อที่จะลดต้นทุนการเลี้ยงสัตว์และเพิ่มผลกำไรให้กับเกษตรกรหญ้าเนเปียร์ให้ผลผลิต 80 ตันต่อไร่ต่อปีสามารถตัดได้ 8 ครั้งต่อปี โดยในการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ 1 ครั้งจะสามารถเก็บเกี่ยวได้นาน 10 ปี โดยมีการลงทุนต่อไร่ประมาณ 5,000-6,000 บาท ดังนั้น เมื่อคิดจากการเก็บเกี่ยวได้นานถึง10 ปี ต่อการปลูก 1 ครั้ง จึงทำให้มีต้นทุนในการปลูกต่ำมาก ซึ่งจากการสำรวจสอบถามเกษตรกรผู้เลี้ยงโคกระบือในการกินอาหารในแต่ละวันอยู่ที่ 40-50 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนปลาและสุกรต้องมีการผสมรำเข้ากับหญ้าเนเปียร์ที่ผ่านการสับหรือผสมกับอาหารสำเร็จจะเห็นได้ว่าสัตว์ที่บริโภคหญ้าเนเปียร์จะมีความอุดมสมบูรณ์ไม่เป็นโรค แข็งแรง ภูมิคุ้มกันสูง ไม่ค่อยมีไขมันทำให้เป็นที่ต้องการของตลาด

จากความสำคัญหญ้าเนเปียร์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรให้ความสนใจเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์เพราะหญ้าเนเปียร์ ปลูกง่าย เติบโตเร็ว ให้ผลผลิตสูง คุณค่าอาหารมีโปรตีนสูง 13-14 เปอร์เซ็นต์ ลำต้นมีลักษณะตั้งสูง 2.5-4.5 เมตรแต่ลำต้นของหญ้าเนเปียร์มีขนาดแข็งและมีความสูงทำให้สัตว์ไม่สามารถกินหญ้าเนเปียร์ได้จากการลงพื้นที่สำรวจสอบถามข้อมูล (นางเรียม ทรายกลาง ที่อยู่ 210 ม.9 ต.โนนเจริญ อ.บ้านกรวด จ.บุรีรัมย์) และ (นายพาล แก้วประโคน ที่อยู่ 186 หมู่ 9 ต.โนนเจริญ อ.บ้านกรวด จ.บุรีรัมย์) ชาวเกษตรกรส่วนใหญ่จะนำลำต้นมาสับให้ละเอียดแล้วจึงนำไปให้ โค กระบือ สุกร และปลาจะเห็นได้ว่าถ้าสัตว์เหล่านี้กินหญ้าเนเปียร์จะมีความอุดมสมบูรณ์ ไม่เป็นโรค น้ำหนักดี ขายได้ราคาสูง ในบางครั้งเกษตรกรต้องไปทำการตัดต้นหญ้าเนเปียร์และนำมาสับต้องใช้แรงงาน 1-2 คนซึ่ง 1 คนใช้เวลาในการสับ 20 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อวัน

หากเกษตรกรคนไหนที่เลี้ยงโคเป็นจำนวนมากก็ต้องใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมาก ในการเตรียมหญ้าให้โคในแต่ละครั้งนั้นจะมีขั้นตอนในการตัดและการสับหญ้า ซึ่งการสับหญ้ามี่ความเสี่ยงมากเพราะลำต้นต้นของหญ้าเนเปียร์มีความแข็งจึงต้องใช้มีดที่มีความคม ซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดในการสับหรืออาจเกิดโดนนิ้วตัวเองได้ และอาจเกิดอาการเมื่อยล้าของร่างกายซึ่งใช้เวลาในการสับแต่ละครั้งเป็นเวลานานประกอบกับปริมาณในการสับแต่ละครั้งอาจไม่เพียงพอต่อการกินของโค ทำให้เกษตรกรต้องไปซื้อหญ้าเนเปียร์ที่สับเรียบร้อยแล้ว ในกิโลกรัมละ 2 บาท ซึ่งทำให้เกษตรกรต้องเพิ่มภาระในการซื้ออาหารสัตว์อีกทำให้ต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์มากขึ้น จากการสำรวจและสอบถามการบริโภคของสัตว์แต่ละชนิดจะไม่เท่ากันเช่น โค กระบือจะสามารถบริโภคได้ดีในช่วงขนาดไม่เกิน 2-3 ซม. เพราะโคและกระบือนั้นเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง เมื่อบริโภคหญ้าเข้าไปมักจะสำรอกออกมาเคี้ยวใหม่ได้ ส่วนสุกรและปลาจะสามารถบริโภคได้ดีในช่วงไม่เกิน 0.1-1 ซม. เพราะเป็นสัตว์ที่ไม่สามารถบริโภคอาหารที่มีขนาดแข็งได้ หากบริโภคเข้าไปอาจเกิดอาการอาหารไม่ย่อยและทำให้สัตว์เสียชีวิตได้ และจากการสำรวจราคาของเครื่องสับย่อยทั่วไปตามท้องตลาดซึ่งมีราคา 37,000 บาท (เครื่องสับย่อย คิงทองไทย) ซึ่งมีราคาที่สูงมากและเครื่องรุ่นนี้ไม่สามารถปรับระดับการสับได้

จากความสำเร็จและปัญหาดังกล่าวทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและปัญหาของเกษตรกรที่ปลูกหญ้าเนเปียร์สำหรับไว้ให้สัตว์บริโภคผู้จัดทำจึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์ ที่มีราคาไม่สูงมากใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็วสามารถสับหญ้าแบบหยาบและแบบละเอียดหรือขนาดตามที่ต้องการได้ในเครื่องเดียว เกษตรกรสามารถคืนกำไรได้อย่างรวดเร็วเครื่องนี้มีความสามารถในการสับย่อยหญ้าเนเปียร์และป้องกันอุบัติเหตุกับผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี จะเห็นได้ว่าถ้าเกษตรกรมีเครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์ สัตว์เลี้ยงก็มีปริมาณอาหารที่เพิ่มขึ้นและสัตว์มีความสมบูรณ์น้ำหนักดี และจะทำให้เกษตรกรมีเวลาในการทำงานในแต่ละวันมีความรวดเร็วมากขึ้นและทำให้เกษตรกรมีเวลาในการทำกิจกรรมอื่น ๆ ได้มากขึ้นตามไปด้วย

2. ขอบเขตของการศึกษา

2.1 พื้นที่ในการศึกษาวิจัย ได้แก่ หมู่ 2 ตำบลโนนเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์

2.2 เครื่องที่สร้างขึ้นใช้สำหรับการทดสอบสับย่อยเฉพาะหญ้าเนเปียร์

2.3 สามารถสับหญ้าได้ 2 ระดับ

- ระดับที่ 1 แบบละเอียด มีขนาดความยาวของหญ้าอยู่ในช่วง 0.1 – 1 เซนติเมตร
- ระดับที่ 2 แบบหยาบ มีขนาดความยาวของหญ้าอยู่ในช่วง 1 - 3 เซนติเมตร

3. ทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามิงานวิจัยที่ออกแบบและสร้างเครื่องที่สามารถนำไปใช้ในการเกษตรได้ดังนี้ บัณฑิต หิรัญสถิตพร (2543) ได้สร้างเครื่องสับพืชอาหารสัตว์สด มีส่วนประกอบหลัก คือ ชุดหัวสับ และชุดป้อนวัสดุ ประกอบด้วยสายพานป้อนวัสดุ ลูกกลิ้งวัสดุ และแท่นด้านทานการตัด ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า มีการทดสอบการทำงานโดยใช้กิ่งอ่อนกระถินเป็นวัสดุทดสอบ พบว่าความเร็ว

รอบที่เหมาะสมคือ 250 รอบต่อนาที ให้เปอร์เซ็นต์กระถินที่ไม่แตกและใต้ขนาดสูงสุดเฉลี่ย 92.25 เปอร์เซ็นต์ โดยท่อนกับ 91.26 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ความสามารถในการสับมีค่าเฉลี่ย 125.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง [1] โชคอนันต์ พันหลวง พร้อมคณะ (2554) ได้ค้นคิดเครื่องย่อยใบไม้กิ่งไม้ ประกอบด้วยกลไกที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ชุดป้อนวัตถุดิบเข้า ชุดใบตัด หั่น ใบย่อย และชุดส่งกำลัง โดยใช้เครื่องยนต์ 4 จังหวะ 9 แรงม้าเพื่อใช้ในการตัดย่อยใบไม้กิ่งไม้มีส่วนประกอบและลักษณะการทำงานที่สำคัญคือภายในห้องย่อยประกอบด้วย ใบมีดตัด และหั่น 2 ใบ ติดตั้งในแนวรัศมีซึ่งทำจากเหล็กกล้าอย่างดีจำนวน 2 ใบอยู่ด้านข้างของผนังห้องย่อย ขนาดกว้าง 50 มิลลิเมตร ยาว 90 มิลลิเมตรหนา 16 มิลลิเมตร มุมคมตัด 30 องศา หมุนด้วยความเร็วรอบ 360 รอบต่อนาที ส่วนใบมีดย่อย ชุดที่ 2 ประกอบด้วยใบมีดเชื่อมติดตายตัวแบบสลักฟันปลา จำนวน 3 ชุดๆละ 12 ใบ ขนาด $38 \times 175 \times 10$ มิลลิเมตร ลักษณะช่องห่างกันเป็นระยะช่องละ 30 มิลลิเมตร แต่ละชุดทำมุม 120 องศา มุมคมตัด 70 องศา หมุนด้วยความเร็วรอบ 360 รอบต่อนาที ด้านของตัวเครื่องเป็นช่องป้อนใบไม้ ส่วนด้านข้างจะเป็นช่องป้อนกิ่งไม้ การทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องย่อยใบไม้กิ่งไม้ [2] นายกฤตศักดิ์ สุขจิต พร้อมคณะ (2555) ได้ค้นคิดเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวซึ่งผู้จัดทำได้สร้างเครื่องปอกเปลือกและย่อยเปลือกมะพร้าวโดยใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้าเป็นแรงขับเคลื่อนในการหมุนเข้าหากันของฟันเฟือง เพื่อฉีกเปลือกมะพร้าวออกและต่อพ่วงชุดใบมีดเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 1 แรงม้า 220-250 โวลต์ 50 รอบต่อวินาที ส่วนชุดใบมีดนั้นจะวางสลับกันโดยมีเหล็กลักษณะกลมซึ่งทำเป็นร่อง และใบมีดจะหมุนเข้าหากันทำให้เปลือกมะพร้าวที่ปอกลงมายังชุดใบมีดแล้วทำการหมุนออกมาเป็นชิ้น ๆ ต่อไป ส่วนการตีขยี้นั้นจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด $\frac{1}{2}$ แรงม้า 220-250 โวลต์ 50 รอบต่อวินาทีที่เครื่องสามารถปอกและย่อยเปลือกมะพร้าวได้ในเครื่องเดียวกันจากการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวจำนวน 5 กิโลกรัม 5 ครั้ง พบว่าใช้เวลาในการย่อยเฉลี่ย 4 นาที 59 วินาที เฉลี่ยเป็น 1 กิโลกรัมต่อ 1 นาที ซึ่งขอบเขตของโครงการตั้งไว้ 60 กิโลกรัมต่อ 1 ชั่วโมง [3] ภักวพัฒน์ ใจโชติ และคณะ (2556) ได้คิดค้น เครื่องย่อยกิ่งไม้และวัชพืช ทำการย่อยกิ่งไม้ประเภทไม้เนื้อแข็งความ โตประมาณ 1-1.5 นิ้ว ความยาวประมาณ 1 เมตร จะใช้เวลาในการย่อยเฉลี่ยประมาณ 27.66 วินาที ถ้าเป็นกิ่งไม้ประเภทไม้เนื้ออ่อนจะใช้เวลาในการย่อยเฉลี่ยประมาณ 12.33 วินาที ไม้เนื้อแข็งจะใช้เวลามากกว่าไม้เนื้ออ่อน ขณะทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดใบมีดย่อยกิ่งไม้พบว่าเวลาในการย่อยกิ่งไม้จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับแรงที่ใช้ในการป้อนกิ่งไม้ ถ้าออกแรงมากเวลาจะน้อยลงถ้าออกแรงน้อยเวลาจะมากขึ้นในส่วนของการย่อยใบไม้หรือวัชพืชพบว่า ถ้าย่อยใบไม้ที่มีขนาดเล็กน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม จะใช้เวลาในการย่อยเฉลี่ยประมาณ 1.15 นาที ถ้าย่อยใบไม้ที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม จะใช้เวลาในการย่อยเฉลี่ยประมาณ 1.32 นาที ถ้าเป็นใบไม้ที่มีขนาดเล็กจะใช้เวลาน้อยกว่าใบไม้ที่มีขนาดใหญ่ ขณะทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของชุด ใบมีดย่อยใบไม้พบว่าเวลาในการย่อยใบไม้จะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ขึ้นอยู่กับขนาดของใบไม้ การย่อยใบไม้ ถ้าเป็นใบไม้ที่มีขนาดเล็กจะใช้เวลาน้อยกว่าใบไม้ที่มีขนาดใหญ่ ขณะทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดใบมีดย่อยใบไม้พบว่า เวลาในการย่อยใบไม้จะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ขึ้นอยู่กับขนาดของใบไม้ ถ้าใบไม้ที่มีขนาดเล็ก เช่น ใบจากต้นจามจุรี จะใช้เวลาในการย่อยน้อยกว่า ใบที่มีขนาดใหญ่ เช่น ใบมะม่วง ใบต้นยาง เนื่องจากใบที่มีขนาดเล็กจะสามารถลอดผ่านตะแกรงได้ดีกว่าใบที่มีขนาดใหญ่ [4] ณพล เหลืองพิพัฒน์สร (2561) ได้พัฒนาเครื่องย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์ เพื่อช่วยประหยัดเวลาและ

แรงงานคนในขั้นตอนการย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์ โดยแบ่งโครงสร้างเครื่องออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ โครงสร้างเครื่อง ชุดย่อยหญ้า ชุดอัดหญ้า และระบบถ่ายทอดกำลัง ใช้ใบมีด 4 ใบในการย่อยหญ้า ใช้ระบบไฮดรอลิกส์ในการอัดหญ้า ใช้มอเตอร์ต้นกำลังในการทำงานขนาด 3 แรงม้า จากนั้นมีการทดสอบความเร็วรอบมอเตอร์และมุมมองของใบมีด พบว่า ความเร็วรอบของมอเตอร์และมุมมองของใบมีดที่เหมาะสมในการอัดและย่อยหญ้าอาหารสัตว์ เท่ากับ 1,500 รอบต่อนาที และ มุมใบมีด 40 องศา ความสามารถในการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 229.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1.53 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม พบว่า มีค่าใช้จ่ายการทำงานเฉลี่ย 0.35 บาท ต่อกิโลกรัม [5]

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

4.1 ขั้นตอนการศึกษา

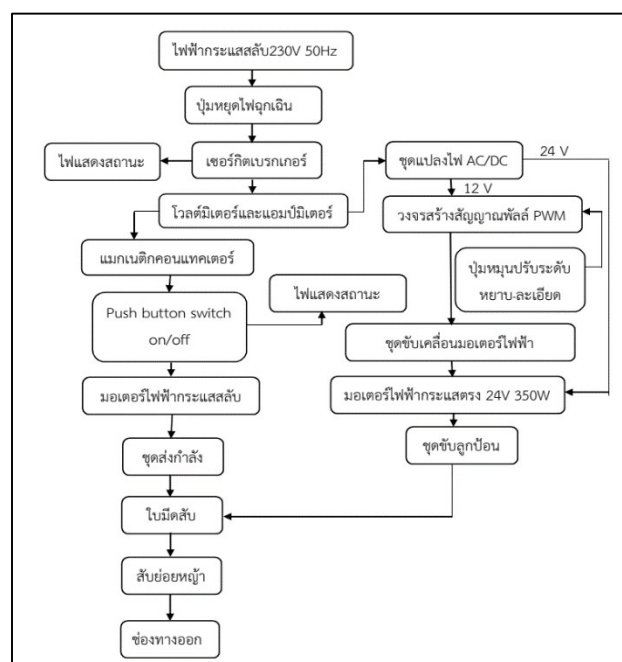
4.1.1 ศึกษาข้อมูลเครื่องสับไม้และวัชพืชที่ได้มีการประดิษฐ์อยู่แล้วในปัจจุบันโดยศึกษาหลักการการทำงานการใช้งานโครงสร้างและการออกแบบปัญหาจากการใช้งานโดยค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สื่ออิเล็กทรอนิกส์

4.1.2 ศึกษาสภาพปัญหาในการสับหญ้าเนเปียร์ในปัจจุบันโดยการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลที่ บ้านโนนเจริญ ตำบลโนนเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์

4.1.3 ศึกษาข้อมูลคุณสมบัติและประโยชน์ของหญ้าเนเปียร์โดยข้อมูลศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้มีผู้ศึกษามาก่อนแล้ว

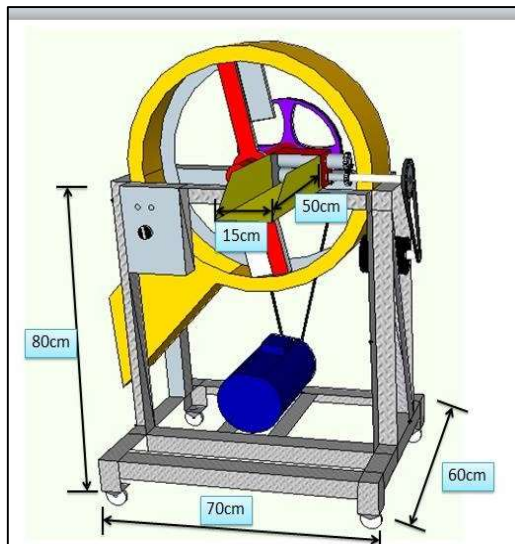
4.2 ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาเครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์

4.2.1 การออกแบบและพัฒนาเครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์มีกรอบแนวความคิดในการออกแบบและพัฒนา ดังภาพที่ 1

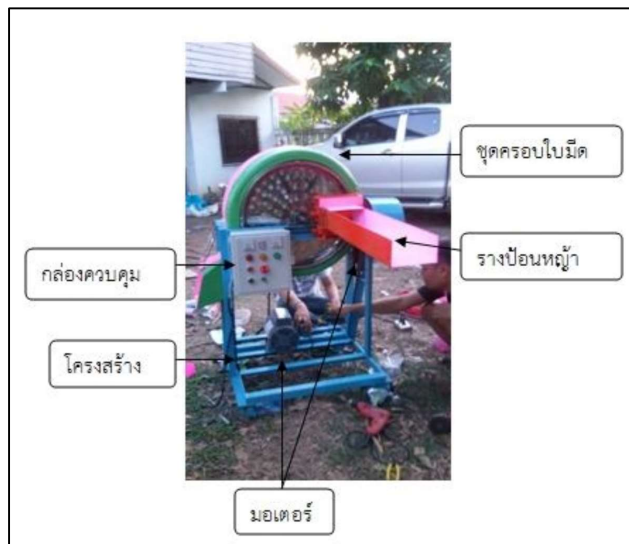


ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดในการออกแบบและพัฒนาเครื่อง

4.2.2 การออกแบบรูปทรงของเครื่องสับหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์ เน้นออกแบบให้ตัวเครื่องมีขนาดพอเหมาะสำหรับครัวเรือน โดยเครื่องสับหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์นี้สามารถปรับระดับการสับให้มีขนาดที่ต้องการ ดังภาพที่ 2



(ก) แบบจำลอง 3 มิติ



(ข) ผลการออกแบบเครื่องสับหญ้าเนเปียร์

ภาพที่ 2 การออกแบบและสร้างเครื่องสับหญ้าเนเปียร์

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการทดสอบการหาความเร็วรอบของชุดลูกป้อนหญ้าเนเปียร์

ทดสอบประสิทธิภาพโดยการปรับสัญญาณพัลส์ PWM โดยการปรับตัวต้านทานตั้งแต่ 0 k Ω - 50k Ω เพื่อหาขนาดของการสับย่อยหญ้าเนเปียร์ที่เหมาะสม จากนั้นทำการวัดแรงดัน กระแส ความเร็วรอบและขนาดของหญ้าที่ทำการสับได้ในช่วงการปรับค่าความต้านทานนั้นๆ จากการทดสอบพบว่า การปรับ R ที่ดี คือ 10k การป้อนสับแบบละเอียดแสดงในตารางที่ 1 และ 50k การป้อนสับแบบหยาบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบหาความเร็วรอบชุดลูกป้อนหญ้าเนเปียร์แบบละเอียดที่น้ำหนัก 2 กิโลกรัม

ตัวต้านทานปรับค่าได้ 10k Ω			ผลการสับย่อยหญ้าเนเปียร์ 2 kg				
แรงดัน (V _{DC})	กระแส (A)	ความเร็วรอบ (RPM)	สับได้ขนาด 01.-0.5 cm	สับได้ขนาด 0.5-1 cm	สับได้ขนาด 1 - 3 cm	สับได้ขนาด มากกว่า 3 cm	ส่วนของ ใบหญ้า
25.58	5.62	51.10					
			1.4 kg	0.1 kg	0.1 kg	0.1 kg	0.3 kg

จากตารางที่ 1 การทดสอบหาความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่เหมาะสมในการสับย่อยหญ้าเนเปียร์แบบละเอียด พบว่าเครื่องสามารถสับย่อยหญ้าขนาด 0.1-0.5 cm ได้มากที่สุดถึง 1.4 kg และสับย่อยหญ้าขนาด 0.5-1.0, 1.0-3.0 และ มากกว่า 3 cm มีน้ำหนักที่ 0.1 kg และส่วนของใบหญ้าอีก 0.3 kg

ตารางที่ 2 การทดสอบหาความเร็วรอบของชุดลูกป้อนหญ้าเนเปียร์แบบหยาบที่น้ำหนัก 2 กิโลกรัม

ตัวต้านทานปรับค่าได้ 50k Ω			ผลการสับย่อยหญ้าเนเปียร์ 2 kg				
แรงดัน (V _{DC})	กระแส (A)	ความเร็วรอบ (RPM)	สับได้ขนาด 01.-0.5 cm 	สับได้ขนาด 0.5-1 cm 	สับได้ขนาด 1 - 3 cm 	สับได้ขนาด มากกว่า 3 cm 	ส่วนของ ใบหญ้า 
27.42	2.91	104.60	0.4 kg	0.1 kg	1.0 kg	0.1 kg	0.4 kg

จากตารางที่ 2 การทดสอบหาความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่เหมาะสมในการสับย่อยหญ้าเนเปียร์แบบหยาบ พบว่าเครื่องสามารถสับย่อยหญ้าขนาด 1 - 3 cm ได้มากที่สุดถึง 1 kg และสับย่อยหญ้าขนาด 0.5-1.0, 1.0-3.0 และ มากกว่า 3 cm ได้ 0.4, 0.1, 0.1 kg ตามลำดับ และส่วนของใบหญ้าอีก 0.4 kg



(ก) หญ้าเนเปียร์แบบละเอียด



(ข) หญ้าเนเปียร์แบบหยาบ

ภาพที่ 3 หญ้าเนเปียร์ที่ได้จากการสับจากเครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของความเร็วในการสับหญ้า

5.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพของความเร็วในการสับแบบละเอียด

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพโดยนำหญ้าเนเปียร์มาชั่งน้ำหนักแล้วเริ่มป้อนหญ้าเข้าสับ และบันทึกข้อมูลเวลาเริ่มต้นจนกระทั่งหญ้าหมด นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการสับหญ้าเนเปียร์ ผลจากการทดสอบหาค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการสับย่อยหญ้าเนเปียร์แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของความเร็วในการสับแบบละเอียด

การทดสอบครั้งที่	น้ำหนักหญ้าที่ใช้ทดสอบ	เวลา (วินาที)
1	2 กิโลกรัม	28.02
2		30.23
3		29.55
เฉลี่ยรวม		29.26

จากตารางที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพของความเร็วในการสับแบบละเอียดของหญ้าที่น้ำหนัก 2 กิโลกรัมใช้เวลาเฉลี่ยที่ 29.26 วินาที

5.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของความเร็วในการสับแบบหยาบ

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพโดยนำหญ้าเนเปียร์มาชั่งน้ำหนักแล้วเริ่มป้อนหญ้าเข้าสับทำการจับเวลาจนกระทั่งหญ้าหมดว่าใช้เวลาในการสับย่อยหญ้าเนเปียร์เท่าไร การทดสอบหาเวลาในการสับย่อยหญ้าเนเปียร์นี้จะทำการทดสอบ 3 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของความเร็วในการสับแบบละเอียด

การทดสอบครั้งที่	น้ำหนักหญ้าที่ใช้ทดสอบ	เวลา(วินาที)
1	2 กิโลกรัม	11.69
2		11.02
3		14.90
เฉลี่ยรวม		12.53

จากตารางที่ 4 พบว่าประสิทธิภาพของความเร็วในการสับแบบหยาบของหญ้าที่น้ำหนัก 2 กิโลกรัม ใช้เวลาเฉลี่ยที่ 12.53 วินาที

6. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

เครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์ที่พัฒนาขึ้นใหม่มีความแตกต่างกับเครื่องเดิมที่มีอยู่แล้วในหลายประการ มีราคาที่ถูกกว่าท้องตลาดทั่วไป ประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยในแบบละเอียดเพียง 1.09 กิโลวัตต์-ชั่วโมง สามารถสับหญ้าได้ 246 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยประมาณ 0.013 บาทต่อกิโลกรัม และในแบบหยาบเพียง 0.84 กิโลวัตต์-ชั่วโมง สามารถสับหญ้าได้ 571.43 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยประมาณ 0.0044 บาทต่อกิโลกรัม มีระบบควบคุมง่ายและสะดวกในการทำงานได้ 2 ระดับ และมีระบบความปลอดภัยสูง ทั้งสายไฟมีความยาว 3 เมตร มีระบบตัดไฟฉุกเฉิน

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิชาการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยดี ต้องขอขอบคุณคณะทำงาน และนักวิชาการที่ได้
นำแนวคิดและทฤษฎีมาใช้ในการอ้างอิง เพื่อให้บทความวิชาการมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอบคุณ
อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ช่วย
ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] บัณฑิต หิรัญสถิตพร. (2543). การออกแบบเครื่องสับพีชอาหารสัตว์สด(รายงานผลงานวิจัย). เชียงใหม่:
มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- [2] โชคอนันต์ พันหลวง และคณะ. (2554). เครื่องย่อยใบไม้กิ่งไม้ (ปริญญานิพนธ์). ชลบุรี. มหาวิทยาลัย
บูรพา. สืบค้นจาก <http://www.lib.buu.ac.th/st/53550428.pdf>
- [3] กฤติศักดิ์ สุขจิต และคณะ. (2555). เครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว (ปริญญานิพนธ์). กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ. สืบค้นจาก <https://www.academia.edu/7589367>
- [4] ภัควัฒน์ ใจโชติ และคณะ. (2556). เครื่องย่อยกิ่งไม้และวัชพืช (ปริญญานิพนธ์). นครราชสีมา.
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- [5] ณพล เหลืองพิพัฒน์สร. (2561). การพัฒนาเครื่องย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์(วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต). ปทุมธานี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. สืบค้นจาก
[http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3422/1/RMUTT%201603
24.pdf](http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3422/1/RMUTT%20160324.pdf)

การพัฒนาแบบจำลองระบบควบคุมการปลูกพืชในโรงเรือนด้วย IoT

บนแพลตฟอร์ม NETPIE

Development of Building Planting Control System Model with IoT-based Using NETPIE Platform

ชัยวุฒิ วุทธิสิทธิ์

Chaiwut Wuttisit

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Computer Technology Program, Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University

Corresponding author. E-mail: chaiwut.w@ubru.ac.th

Received: 20 August 2023

Revised: 7 November 2023

Accepted: 24 November 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการสร้างระบบควบคุมการทำงานด้วยเทคโนโลยี IoT บนแพลตฟอร์มของ NETPIE สำหรับการปลูกพืชในโรงเรือนจำลอง และเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบการตอบสนองการทำงานพร้อมระบบแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันไลน์ ในการออกแบบระบบดังกล่าวจะจำลองระบบการปลูกพืชสามชนิด และแบ่งระบบควบคุมการทำงานออกเป็น 3 ส่วน โดยในส่วนแรกของการแสดงผลระดับความชื้น ระดับแสง การแจ้งเตือนโดยใช้ Indicator บนหน้าปัดของแพลตฟอร์ม ส่วนที่สองจะเป็นระบบควบคุมการทำงานบนหน้าปัดของแพลตฟอร์มผ่านการ Publish ไปยังระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนที่สาม คือ การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ จากผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพการทำงานของความเร็วในการตอบสนองของระบบการส่งข้อมูลไปแสดงผลบนแพลตฟอร์ม NETPIE ของการอ่านค่าจากเซนเซอร์เทียบกับตัวระบบฮาร์ดแวร์มีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 23.33% ค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาในการควบคุมระบบผ่านการ Publish อยู่ที่ 26.00% และระบบสามารถแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ได้ตรงตามเงื่อนไขการทำงาน ดังนั้น ระบบนี้จึงสามารถนำไปใช้งานได้จริงโดยปรับเปลี่ยนสำหรับการปลูกพืชที่สามารถยืดหยุ่นและเพิ่มประสิทธิภาพการปลูกพืชได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง ระบบควบคุมการปลูก แบบจำลอง แพลตฟอร์มเน็ตพาย

Abstract

This research aims to study the process of creating a control system with IoT technology on the NETPIE platform for growing plants in a model building and evaluation of the performance of the functional response system with a notification system on the LINE

application In the design of such a system, three types of cropping systems are simulated. And the control system is divided into 3 parts. In the first part, the display humidity levels, light levels, and alerts using Indicators on the dashboard of the platform. The second part is the control system on the face of the platform via Publish to the microcontroller system. And the third part is notifications via the LINE application. From the test results, it was found that The performance of the response speed of the data transmission system on the NETPIE platform of the sensor readings relative to the hardware system has an error of 23.33%, the error of the control time. The system through Publish is at 26.00% and the system can notify the LINE application that the conditions are met. Therefore, the system can be put into practice by adapting to flexible cropping. and optimize the cultivation of crops appropriately.

Keywords: Internet of Things, Planting Control System, Model, NETPIE Platform.

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้เริ่มมีการนำเทคโนโลยีอัจฉริยะเข้ามาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ อย่างมากมายรวมถึงการนำมาใช้ในการเกษตร การเพาะปลูกขนาดเล็ก และในระบบโรงเรือนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาล Thailand 4.0 โดยเน้นเศรษฐกิจให้มีการขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม Value-based Economy มาทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ [1] เกษตรกรไทยในยุค Thailand 4.0 คือ จุดเริ่มต้นที่มาของระบบเกษตรกรอัจฉริยะ (Smart Farmer) คือ แนวคิดในการอนุรักษ์ ไม่ทำลายธรรมชาติ ใช้ทรัพยากรเท่าที่จำเป็น โดยในกรณีที่มีพื้นที่เล็ก ๆ เช่น เป็นโรงเรือนหลากหลายขนาด ตั้งขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ แต่ยังสามารถออกแบบให้ปลูกแบบผสมผสานและเกื้อกูลกันได้ ต้องใช้เทคโนโลยีเป็น และสำหรับเกษตรกร แต่ละวัยยังสามารถใช้ระบบเกษตรอัจฉริยะได้ ซึ่งทำให้เกิดเป็น Smart Farmer โดยเฉพาะเริ่มเข้าสู่ผู้สูงอายุ ยังสามารถส่งเสริมและช่วยให้เกิดความสะดวกสบาย เพราะคนที่เป็น Smart Farmer [2] ต้องสามารถเรียนรู้การเปลี่ยนถ่ายเข้าใจถึงกลไกของระบบอัตโนมัติของเทคโนโลยีที่ให้เป็นเกษตรอัจฉริยะได้ รวมถึงความเข้าใจกระบวนการของระบบการปลูก การบริหารจัดการเข้าใจธรรมชาติ และเทคโนโลยีให้สอดคล้องกันได้อีกทั้งยังส่งเสริมสุขภาพให้มีความสมบูรณ์ทั้งด้านร่างกายและจิตใจซึ่งการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ให้สอดคล้องกับกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2559) [3] พ.ศ. 2554-2563 ของประเทศไทย (ICT2020) (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2554) [4] ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือ Internet of Things (IoT) [5] ให้เข้ากับเกษตรกร โดยสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ที่ 6 พัฒนาและประยุกต์ ICT เพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจและสังคม โดยสร้างความเสมอภาคของโอกาสในการเข้าถึงทรัพยากรและบริหารสาธารณะสำหรับประชาชนทุกกลุ่ม โดยเฉพาะบริการพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอย่างมีสุขภาวะที่ดี

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในการควบคุมระบบการปลูกพืชในโรงเรือน โดยตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้น ให้เหมาะสมและส่งข้อมูลแบบเวลาจริง การแจ้งเตือน ในโรงเรือนขนาดเล็กในรูปแบบการจำลอง โดยการส่งข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นระดับแสงผ่านผู้ให้บริการคลาวด์ โดยใช้แพลตฟอร์มของ NETPIE [6] และสามารถควบคุมการรดน้ำ เพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ สำหรับเกษตรกร ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้งานกับครัวเรือนสอดคล้องกับนโยบาย Thailand 4.0 [7] รวมถึงการส่งเสริมความสะดวกสบายและยกระดับการใช้งานให้กับเกษตรกรและผู้สูงอายุในชุมชนขนาดเล็กได้อีกด้วย นอกจากนั้นเป้าหมายของบทความวิจัยนี้ยังมุ่งเน้นในการประเมินประสิทธิภาพของระบบควบคุมและการแจ้งเตือนของแพลตฟอร์ม IoT ที่ใช้งาน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษากระบวนการของระบบควบคุมการปลูกพืชทั้งในส่วนของการรดน้ำและการแจ้งเตือน
- 2.2 เพื่อออกแบบระบบควบคุมการปลูกเพื่อส่งเสริมและยกระดับการใช้งานของเกษตรกร ให้เกิดความสะดวกสบายโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
- 2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบการปลูกอัตโนมัติในโรงเรือนจำลอง เพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายและสร้างความปลอดภัยให้กับเกษตรกร

3. ขอบเขตของการวิจัย

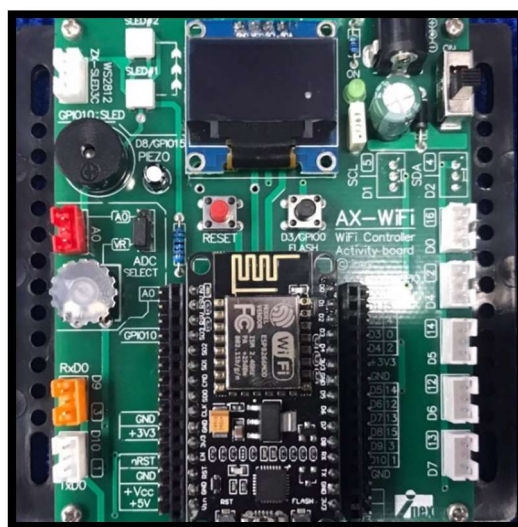
ขอบเขตของการวิจัยได้จำลองระบบควบคุมการปลูกพืช โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นส่วนของการแสดงผลข้อมูลไปยังแพลตฟอร์มของ IoT โดยพิจารณาถึงความเร็วในการส่งข้อมูลเมื่อความชื้นในดิน อุณหภูมิและความชื้นในอากาศมีการเปลี่ยนแปลง และการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์กรณีที่ต้องการแจ้งเตือนค่าเงื่อนไขอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ส่วนที่สองจะเป็นการควบคุมการทำงานผ่านการใช้ Publish ข้อมูล จากหน้า Dashboard ควบคุมการทำงานของ NodeMCU เมื่อมีการ Subscribe ข้อมูล โดยจำลองการแสดงผลบน Dashboard และควบคุมผ่าน NETPIE

4. ทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่อง การพัฒนาแบบจำลองระบบควบคุมการปลูกด้วย IoT บนแพลตฟอร์ม NETPIE พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ ตั้งแต่การนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง การศึกษากระบวนการทำงานของคลาวด์แพลตฟอร์มที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้เลือก NETPIE IoT คลาวด์แพลตฟอร์ม ในการใช้งานคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE จะมีการศึกษาและออกแบบการทำงานเป็น 2 ลักษณะ คือ การทำงานในส่วนของการ Publish จากการควบคุมด้วย Widget สร้างไว้บนแผงหน้าปัดของแพลตฟอร์ม NETPIE เพื่อส่งข้อมูลไปยังตัวกลาง (Broker) จากนั้นจะส่งข้อมูลไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์อีกทีเพื่อทำการ Subscribe ด้วย NodeMCU [8] และไปควบคุมการทำงานของตัวกระตุ้นซึ่งก็คือ ตัวปั้มน้ำ ในส่วนของการทำงานอีกลักษณะหนึ่ง คือ การ Publish ด้วยฟังก์ชันใน Loop การทำงานของโปรแกรมที่

ออกแบบไว้ใน Arduino IDE เพื่อส่งข้อมูลไปยังคลาวด์ Server NETPIE และจะทำการโหลดข้อมูลมาแสดงบนแผงหน้าปัดที่มีการ Subscribe มาแล้ว การเลือกใช้โมดูลตรวจวัดสภาพแวดล้อมของระบบการปลูกอัจฉริยะในโรงเรือนโดยในงานวิจัยดังกล่าวได้เลือก โมดูลตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ DHT22 [9] โมดูลตรวจวัดความชื้นในดิน (Soil Sensor) [10] โมดูลตรวจวัดอุณหภูมิภายในดินรุ่น SHT10 [11] และโมดูลตัวกระตุ้น จะใช้ปั้มน้ำแบบกระแสตรงขนาดแรงดัน 5 โวลต์ ซึ่งเป็นปั้มน้ำขนาดเล็กกระแสต่ำสามารถควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ จากงานวิจัยที่มีการเก็บข้อมูลด้านความชื้นในโรงเรือนเมล่อน [12] ที่ใช้เป็นระบบแสดงผลและบันทึกข้อมูลและมีงานที่ได้พัฒนาร่วมกับ NETPIE [13] สำหรับการพัฒนาให้เป็นระบบ IoT

โดยลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัยทั้งในส่วนของอุปกรณ์ประมวลผลและควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชนิดมีไฟในตัวยว NodeMCU ESP8266 มีลักษณะดังภาพที่ 1 (ก) ตัวตรวจจับหรือเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องจะประกอบไปด้วยเซนเซอร์ SHT10, DHT22 และ Soil Sensor มีลักษณะดังภาพที่ 1 (ข) ในส่วนของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาจะใช้ Arduino IDE จะมีลักษณะดังภาพที่ 1 (ค) และส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ ผู้ให้บริการด้าน IoT ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้แพลตฟอร์ม NETPIE จะมีลักษณะดังภาพที่ 1 (ง)

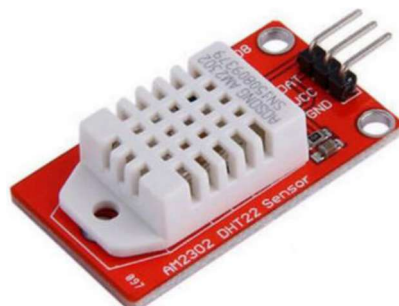


ESP8266

(ก) บอร์ดควบคุม NodeMCU ESP8266 [8]



SHT10

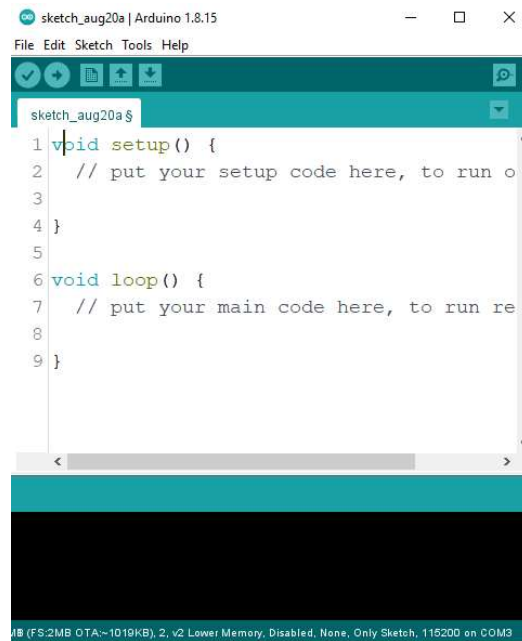


DHT22

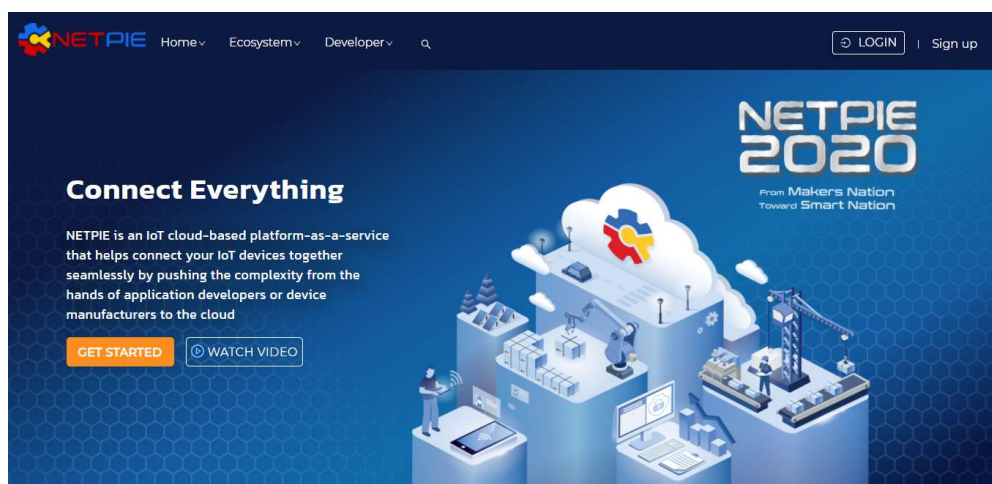


Soil Sensor

(ข) ตัวตรวจจับ



(ค) โปรแกรม Arduino IDE



(ง) แพลตฟอร์ม NETPIE สำหรับพัฒนาระบบ IoT

ภาพที่ 1 อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในการพัฒนางานวิจัย

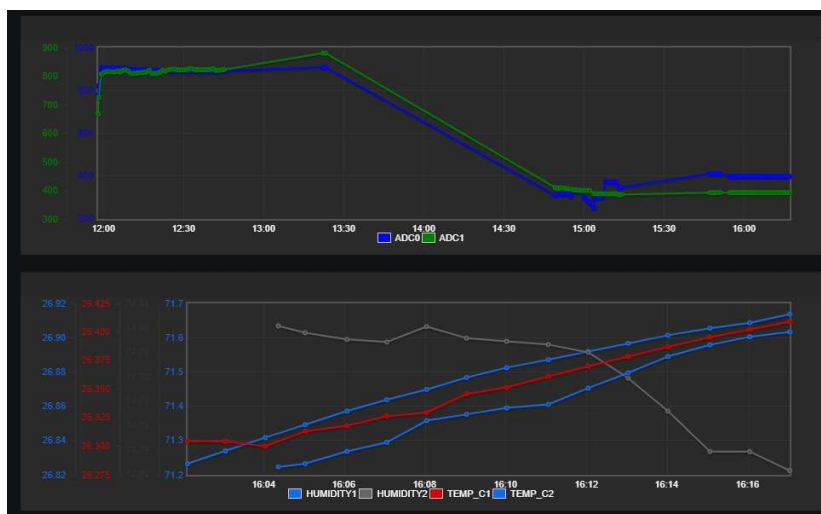
5. ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษางานวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบจำลองระบบควบคุมการปลูกด้วย IoT บนแพลตฟอร์ม NETPIE สำหรับเกษตรกรผู้สูงอายุในชุมชน มีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

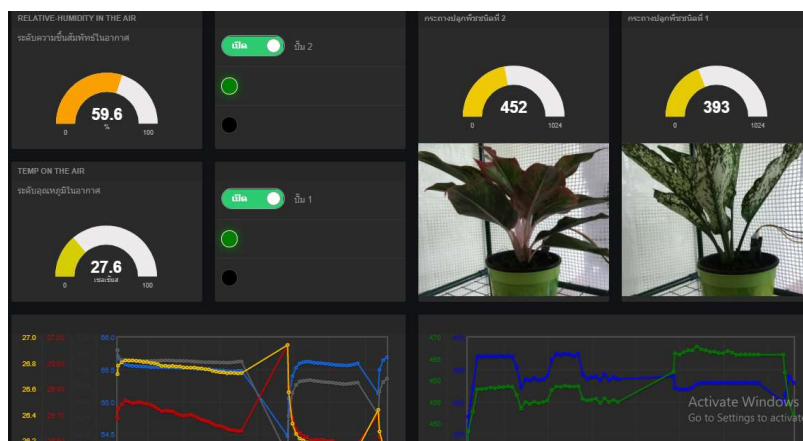
1. ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการของระบบการปลูกพืชในโรงเรือนจำลอง
2. ศึกษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมิในดิน และความชื้นในดิน
3. ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองระบบการปลูกพืชโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
4. ทดสอบอุปกรณ์ของระบบที่พัฒนาขึ้น

5. วิเคราะห์และสรุปผล

ผลการออกแบบระบบควบคุม การปลูกด้วย IoT บนแพลตฟอร์ม NETPIE มีลักษณะดังภาพที่ 2



(ก) ลักษณะการแสดงผลความชื้นในดิน อุณหภูมิและความชื้นในอากาศและอุณหภูมิและความชื้นในดิน



(ข) ลักษณะหน้าบัตการแสดงผลการทำงานทั้งหมดของระบบ

ภาพที่ 2 ตัวอย่างแบบจำลองหน้าบัตการแสดงผลส่วนควบคุมระบบการปลูกอัตโนมัติ

6. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยในการพัฒนาแบบจำลองระบบควบคุมการปลูกด้วย IoT บนแพลตฟอร์ม NETPIE สำหรับเกษตรกรผู้สูงอายุในชุมชน โดยได้มีการทดสอบการทำงานระบบ 3 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ทดสอบหาค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาในการควบคุมระบบผ่านการ Publish

รูปแบบที่ 2 การทดสอบค่าความเคลื่อนของข้อมูลจากการอ่านค่าของเซนเซอร์ที่ส่งไปแสดงผลบนแพลตฟอร์ม NETPIE เทียบกับตัวระบบฮาร์ดแวร์

รูปแบบที่ 3 การทดสอบการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์

ในการทดสอบการทำงานของระบบทั้ง 3 รูปแบบ จะมีลักษณะดังตารางที่ 1 ตารางที่ 2 และภาพที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการทำงานของส่วน Publish สวิตช์ควบคุมการทำงานปั้มน้ำผ่านหน้า Dashboard

จำนวนครั้ง ในการทดสอบ	เวลาข้อมูลที่อ่านได้จาก MCU (วินาที)				เวลาที่แสดงบน Dashboard (วินาที)			
	ปั้มตัวที่ 1		ปั้มตัวที่ 2		ปั้มตัวที่ 1		ปั้มตัวที่ 2	
	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
ครั้งที่ 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.56	1.18	1.58	1.09
ครั้งที่ 2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.24	1.21	1.33	1.19
ครั้งที่ 3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.21	1.22	1.31	1.21
ครั้งที่ 4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.16	1.20	1.20	1.16
ครั้งที่ 5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.38	1.32	1.27	1.17
ค่าเฉลี่ย	1.00	1.00	1.00	1.00	1.31	1.23	1.33	1.16
ผลรวมเฉลี่ย					1.27		1.25	
(%) คลาดเคลื่อน					27.0%		25.0%	
					26.0%			

จากตารางที่ 1 เป็นการทดลองการทำงานของสวิตช์ควบคุมการทำงานของปั้มน้ำขนาดเล็กเพื่อจำลองการทำงานโดยการควบคุมผ่านหน้า Dashboard ของแพลตฟอร์ม NETPIE โดยเทียบกับเวลาที่ใช้ในการหน่วงการทำงานควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ที่ 1 วินาที โดยผลการทดสอบที่ได้พบว่าสามารถควบคุมการทำงานได้ และมีช่วงเวลาของการหน่วงเล็กน้อยทั้งในช่วงของการควบคุม “การเปิด” และ “การปิด” ของปั้มน้ำที่ 1 มีค่าความคลาดเคลื่อนการทำงานอยู่ที่ 27.0% และปั้มน้ำที่ 2 มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 25.0%

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของความเร็วในการตอบสนองของระบบการส่งข้อมูลไปแสดงผลบนแพลตฟอร์ม NETPIE เทียบกับตัวระบบฮาร์ดแวร์

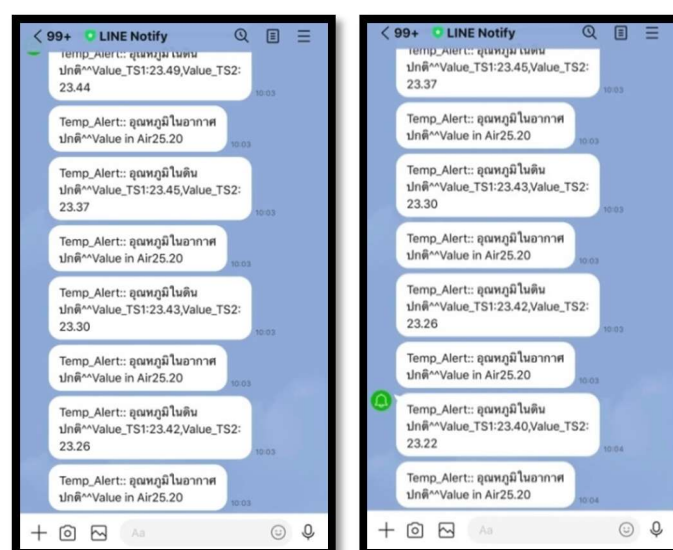
จำนวนครั้ง ในการทดสอบ	ข้อมูลหลักที่อ่านจาก NodeMCU					ข้อมูลที่แสดงบน Dashboard				
	DHT22		Soil	SHT10		DHT22		Soil	SHT10	
	T_Ex	H_Ex		T_S	H_S	T_Ex	H_Ex		T_S	H_S
ครั้งที่ 1	29.1	56.3	810	24.62	78.53	29.1	56.3	810	24.62	78.53
ครั้งที่ 2	29.4	56.1	806	24.94	78.33	29.4	56.2	809	24.94	78.33
ครั้งที่ 3	28.9	57.2	672	24.89	78.25	28.9	57.2	672	24.92	78.25
ครั้งที่ 4	29.9	56.1	521	24.96	78.25	29.9	56.1	521	24.96	78.25
ครั้งที่ 5	29.8	56.1	446	25.32	78.21	29.9	56.1	444	25.32	78.21
ครั้งที่ 6	29.9	55.7	442	25.66	77.98	29.9	55.7	442	25.66	77.98
ครั้งที่ 7	30.2	55.3	440	25.72	77.86	30.2	55.3	440	25.72	77.87
ครั้งที่ 8	30.5	55.2	387	25.81	77.53	30.4	55.2	387	25.81	77.53

ตารางที่ 2 (ต่อ)

จำนวนครั้ง ในการทดสอบ	ข้อมูลหลักที่อ่านจาก NodeMCU					ข้อมูลที่แสดงบน Dashboard				
	DHT22		Soil	SHT10		DHT22		Soil	SHT10	
	T_Ex	H_Ex		T_S	H_S	T_Ex	H_Ex		T_S	H_S
ครั้งที่ 9	30.9	54.6	386	25.98	77.48	30.9	54.5	387	25.97	77.48
ครั้งที่ 10	31.3	54.3	375	26.02	76.92	31.2	54.3	377	26.02	76.92
(%) คลาดเคลื่อน						30%	20%	30%	20%	10%
						25%		30%	15%	
						23.33%				

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาจากผลความคลาดเคลื่อนของการอ่านค่าจากเซนเซอร์เมื่อใช้ข้อมูลที่อ่านได้จากฮาร์ดแวร์โดยตรงผ่าน Serial Monitor ของโปรแกรม Arduino IDE เป็นเกณฑ์ที่อ่านค่าออกมาได้จริง ดังนั้น ข้อมูลที่ไปแสดงผลบนหน้า Dashboard ของแพลตฟอร์ม NETPIE จะต้องเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดหรือมีการ Active ค่า ได้ตามตัวระบบฮาร์ดแวร์ได้เร็ว โดยผลการทดลองที่ได้เมื่อพิจารณาตามความคลาดเคลื่อนของตัวเซนเซอร์ทั้ง 3 ชนิด จะได้ เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนรวมของการอ่านค่า คือ เซนเซอร์ DHT22 มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยรวม ทั้งในส่วนของการอ่านค่าความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ มีความคลาดเคลื่อนจากระบบฮาร์ดแวร์อยู่ที่ 25% เซนเซอร์ SHT10 มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยรวม ทั้งในส่วนของการอ่านค่าความชื้นและอุณหภูมิในดินอยู่ที่ 15% และค่าความของเซนเซอร์วัดความชื้นในดินอยู่ที่ 30% เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมความคลาดเคลื่อนทั้งหมดอยู่ที่ 23.33%

ในส่วนของการแสดงผลการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ระบบช่วยการปลูกสามารถแจ้งเตือนได้ตรงตามเงื่อนไข โดยจะมีการแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นในดิน อุณหภูมิและความชื้นในอากาศ พร้อมทั้งบอกระดับความชื้นว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม เช่น การแจ้งเตือนว่าอยู่ในระดับที่ปกติ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การแจ้งเตือนผ่านไลน์กรณีที่อุณหภูมิในดินและในอากาศปกติ

จากผลของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นถึงความสำคัญของการทดสอบระบบอัตโนมัติของการทำงานของแพลตฟอร์มของ NETPIE ร่วมกับการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ สำหรับความเร็วในการแจ้งเตือนและการควบคุมการทำงานโดยมุ่งเน้นให้ผลการของการทดสอบนั้นมีค่าความคาดเคลื่อนของเวลาน้อยที่สุดเพื่อให้แบบจำลองการปลูกพืชในโรงเรือนสามารถทำงานได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

7. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป ทางผู้วิจัยสังเกตเห็นถึงความเหมาะสมในการเลือกใช้เครื่องมือทั้งในส่วนของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งในเรื่องของความเร็วการตอบสนองต่อผู้ใช้งาน การกำหนดและติดตั้งเครื่องมือหรือวิธีการแก้ไขเมื่อระบบการปลูกมีการทำงานไม่ตรงตามที่กำหนดไว้หรือควบคุมได้ตามเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อจะช่วยให้การทำงานของระบบการปลูกเป็นมาตรฐานและยังส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตได้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่ให้งบประมาณสนับสนุนการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้ ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้ ความเข้าใจในศาสตร์ด้านต่าง ๆ ในการจัดทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Modern Manufacturing. “ก้าวเข้าสู่ไทยแลนด์ 4.0 ด้วยการเปลี่ยนแปลงครั้งยิ่งใหญ่ไปกับนวัตกรรม.” [ออนไลน์] 2560. [สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2564]. จาก <https://mmthailand.com/โมเดล-ประเทศไทย4-0/>.
- [2] สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์การค้าสินค้าเกษตร, เจาะลึก “Smart Farmer แคนแนวคิดใหม่ หรือจะพลิกโฉมการเกษตรไทย.” [ออนไลน์] 2563. [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2563] จาก <http://www.tpsa.moc.go.th/sites/default/files/1074-img.pdf>
- [3] กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. “แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.” กรุงเทพมหานคร, 2559.
- [4] กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. “กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พ.ศ. 2554-2563 ของประเทศไทย”, กรุงเทพมหานคร, 2554.
- [5] Depa. “เทคโนโลยีที่สำคัญในยุคดิจิทัล: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง.” [ออนไลน์] 2564. [สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2564]. <https://www.depa.or.th/th/article-view/tech-series-internet-things-iiots>

- [6] NECTEC. “netpie.” [ออนไลน์] 2560. [สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มีนาคม 2560]. จาก <https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/netpie.html>
- [7] สุวิทย์ เมษินทรีย์. “ประเทศไทย 4.0 Thailand 4.0 คือ” [ออนไลน์] 2559. [สืบค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2560] จาก <https://www.admissionpremium.com/content/1377>
- [8] บริษัท อินโนเวตีฟอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด. “AX-WiFi บอร์ดอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตสำหรับทดลองและใช้งานพร้อม NodeMCU-12E.” [ออนไลน์] 2560. [สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2564] จาก <https://inex.co.th/home/product/ax-wifi/>
- [9] Arduitrronics. “AM2302 DHT22 Temperature and Humidity Sensor Module.” [ออนไลน์] 2562. [สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2564] จาก <https://www.arduitronics.com/product/1785/>
- [10] Myarduino. “เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน Capacitive Soil Moisture Sensor.” [ออนไลน์] 2561. [สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2564] จาก <https://www.myarduino.net/product/1561/>
- [11] Myarduino. “SHT10 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นก้นน้ำ ในดินและอากาศ PE Waterproof Particle Sintered Temperature Humidity Sensor Module.” [ออนไลน์] 2563. [สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2564] จาก <https://www.myarduino.net/product/3619/sht10>
- [12] เอกรัฐ ชุ่มเอียด และเดือนแรม แพ่งเกี้ยว. “การควบคุมความชื้นในดินสำหรับโรงเรือนเมล่อน.” วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. ปีที่ 11, ฉบับที่ 2, 2562, หน้า 269-278.
- [13] วีรศักดิ์ ฟองเงิน สุรพงษ์ เพ็ชรหาญและรัฐสิทธิ์ ยะจ่อ. “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีที่ควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า.” วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม. ปีที่ 5, ฉบับที่ 1, 2561, หน้า 172-182.

เครื่องหมักกระเทียมดำ

Black Garlic ferment Machine

สิทธิินันท์ ปัญญาเลิศชัย¹ สันติสุข ประทีปเมือง² พนัสนันท์ คล้ายเมืองปัก³ ภูริชญ์ งามคง^{4*}

Sittinon Panyalearchai¹ Santisuk Prateepmaung² Panassanan Klaymuangpak³

and Phurich Ngamkong^{4*}

^{1,2,3,4*} สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

^{1,2,3,4*} Department of Electronics Engineering Technology, Faculty of Industrial Technology,
Buriram Rajabhat University

Corresponding author. E-mail: phurich.ng@gmail.com

Received: 6 September 2023

Revised: 20 November 2023

Accepted: 12 December 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องเครื่องหมักกระเทียมดำมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการออกแบบและพัฒนาเพื่อหมักกระเทียมดำที่สามารถลดระยะเวลาในการทำกระเทียมดำลง รวมทั้งการหาประสิทธิภาพของหมักกระเทียมดำจากการดำเนินการได้ออกและสร้างหมักกระเทียมดำ ให้สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้อบได้จากการทดสอบการหมักกระเทียมดำในปริมาณ 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิเหมาะสมที่สุดคืออุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และ ความชื้น 70-90 % เป็นระยะเวลา 4 วัน ลดการสิ้นเปลืองพลังงานจากหม้อหุงข้าวที่ใช้ระยะเวลา 15-30 วัน โดยเครื่องหมักกระเทียมดำนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการหมักกระเทียมดำได้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ กระเทียม, เครื่องกรอไหม, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

Research on Black Garlic Ferment Machine The objective is to present the design and development for fermenting black garlic. That can shorten the time of making black garlic including finding the effectiveness of fermented black garlic from the operation got out and create fermented black garlic. Control the temperature and humidity inside the incubator from the test of fermenting 1 kg of black garlic at the most suitable temperature is 70 degrees celsius and 70-90% humidity for 4 days, reducing energy consumption from the rice cooker that takes 15-30 days by the machine. This black garlic ferment will greatly shorten the fermentation time of black garlic.

Keyword : Silks, Silk spinning machines, Microcontroller

1. บทนำ

กระเทียมดำเป็นพืชสมุนไพรไทย ประโยชน์ของกระเทียมดำช่วยลดไขมัน ลดความดันโลหิต ลดน้ำตาลในเลือด บรรเทาอาการของโรคเบาหวาน โรคหัวใจ เหมาะกับผู้ที่ต้องการจะนำไปบริโภคและทำธุรกิจสินค้าสมุนไพรเพื่อที่จะเพิ่มมูลค่าให้กับกระเทียม และสามารถส่งออกไปยังประเทศเพื่อนบ้านหรือประเทศที่มีความต้องการของกระเทียมดำได้ เครื่องหมักกระเทียมดำเป็นเครื่องที่พัฒนามาจากหม้อหุงข้าวทั่ว ๆ ไป และเครื่องหมักกระเทียมดำที่นำเข้าจากต่างประเทศ ในปัจจุบันภายในประเทศไทยยังไม่มีเครื่องหมักกระเทียมดำที่มีขนาดปานกลาง โดยใช้ขดลวดความร้อน ในการให้ความร้อนแก่กระเทียม โดยใช้วิธีหมักแบบนำกระเทียมใส่ตะแกรงเพื่อทำการหมัก ซึ่งมีวงจรเข้ามาเกี่ยวข้อง คือ ตัวปรับอุณหภูมิ เช่น เซอร์วิสต์อุณหภูมิ เช่น เซอร์วิสต์ความชื้น เพื่อการแปรรูปกระเทียมให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น และยังสามารถหมักกระเทียมได้ในปริมาณที่มากกว่าหม้อหุงข้าวขนาดทั่ว ๆ ไป การออกแบบเครื่องหมักกระเทียมดำ ทำให้ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการต่าง ๆ เช่น การทำความร้อนโดยใช้สแตนเลสเหล็กไฟฟ้า การเรียนรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในเรื่องของอุณหภูมิและความชื้น [1] การแก้ปัญหาและพัฒนาการออกแบบโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาถูก ง่าย แนวคิดนี้ได้มาจากหม้อหุงข้าวและเครื่องหมักกระเทียมดำที่นำเข้าจากต่างประเทศที่มีขนาดใหญ่ เครื่องหมักกระเทียมดำโดยใช้ขดลวดความร้อน ทางคณะผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการหมักด้วยวิธีต่าง ๆ วิเคราะห์ข้อดีข้อเสีย เพื่อนำมาออกแบบเครื่องหมักกระเทียมดำ [2-5]

ปัญหาที่พบการหมักกระเทียมดำในแบบหม้อหุงข้าวได้พบปัญหาเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการหมักนาน กรรมวิธียุ่งยากและได้ปริมาณน้อย ในส่วนของเครื่องหมักกระเทียมดำที่นำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาที่สูง ค่อนข้างสูง โดยหม้อหุงข้าวทำให้การอบกระเทียมดำในแต่ละครั้ง ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีผู้คิดค้นเครื่องที่ใช้ในการหมักกระเทียมดำของไทย ที่มีขนาดปานกลาง ดังนั้นคณะผู้จัดทำได้ออกแบบชิ้นงานนี้ขึ้นมา เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ออกแบบแตกต่างจากหม้อหุงข้าวที่ใช้หมักกระเทียมดำแบบทั่ว ๆ ไป และหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาไม่สูงมาก ทำให้ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และยังแก้ปัญหาได้อย่างดี

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องหมักกระเทียมดำ
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องหมักกระเทียมดำ

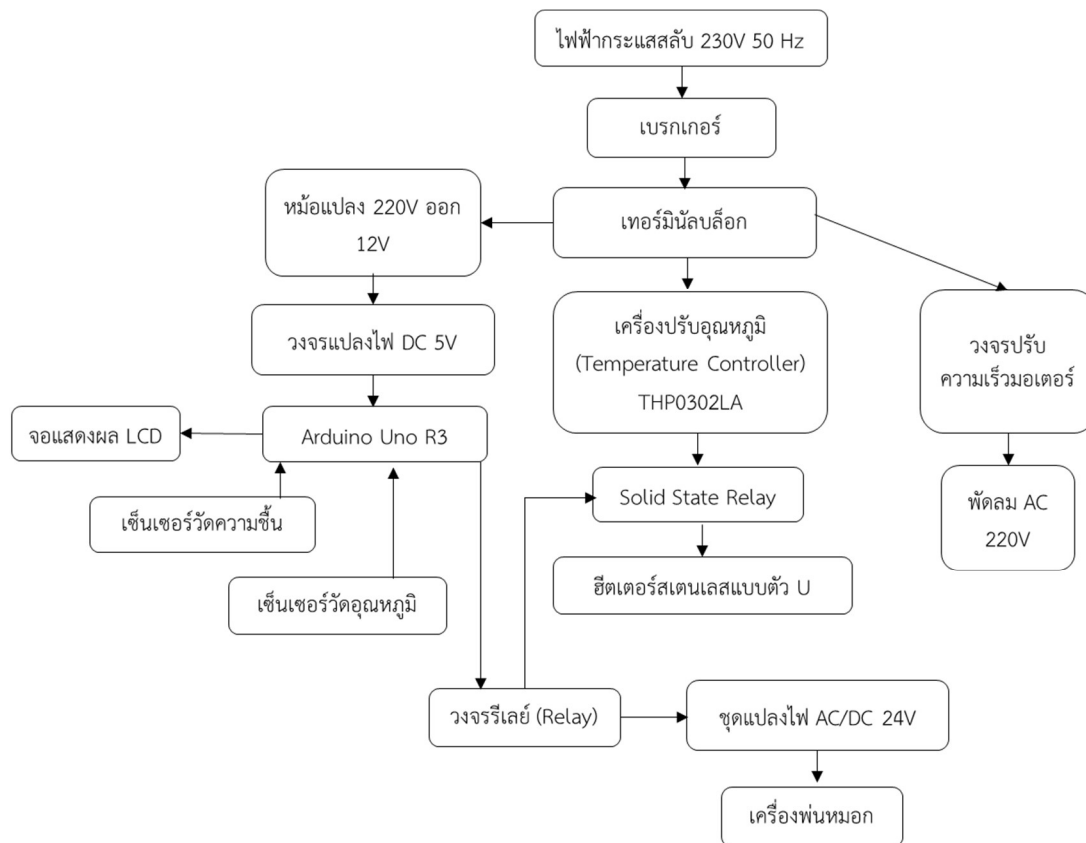
3. ขอบเขตการวิจัย

- 3.1 อบได้เฉพาะกระเทียม
- 3.2 ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 230 V 50 Hz
- 3.3 ใช้ฮีตเตอร์สแตนเลสแบบตัวยู
- 3.4 สามารถควบคุมความร้อนและความชื้นได้
- 3.5 สามารถอบกระเทียมดำได้ครั้งละ 2 กิโลกรัม

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 กรอบแนวความคิด

การออกแบบเครื่องหมักกระเทียมดำสำหรับหมักกระเทียม มีกรอบแนวความคิดในการออกแบบและพัฒนา ดังภาพที่ 1



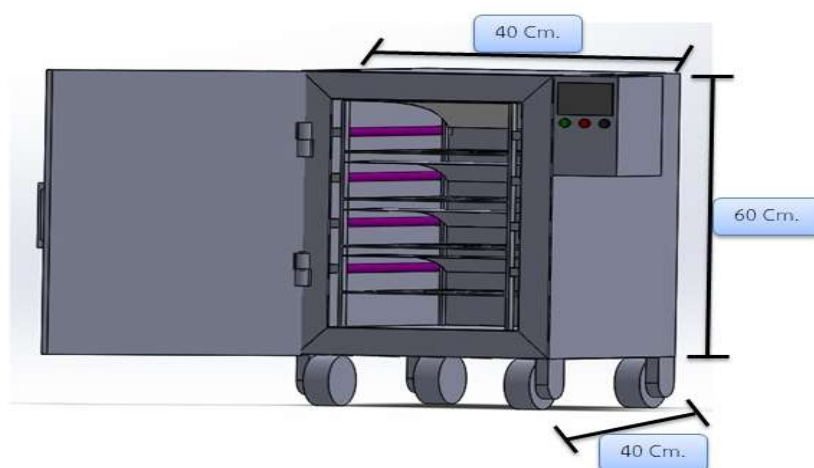
ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดในการออกแบบและพัฒนา

จากกรอบแนวความคิดข้างต้นจะเห็นได้ว่าชุดควบคุมการทำงานของเครื่องหมักกระเทียมดำสำหรับหมักกระเทียมเริ่มต้นโดยใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 230V 50Hz ผ่านอุปกรณ์ป้องกันขนาด 20 A โดยแยกจ่าย 4 วงจรดังนี้

- 1) ไฟฟ้ากระแสสลับ 230V 50Hz จากเบรกเกอร์ ผ่านมายังเทอร์มินัลบล็อก ส่งมายังเครื่องปรับอุณหภูมิ ฮีตเตอร์แบบสแตนเลส แบบตัว U และโซลิดสเตตรีเลย์
- 2) เทอร์มินัลบล็อก ต่อมายังหม้อแปลง 220 V แปลงออก 12V ผ่านมายังวงจรแปลงไฟ 12V เป็น 5V เพื่อเลี้ยงไฟให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์, รวมถึงเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์ต่างๆ
- 3) เทอร์มินัลบล็อก ต่อมายังรีเลย์เพื่อเป็นสวิตช์ เปิด-ปิด การจ่ายกระแสของเครื่องฟั่นหมอก โดยการเขียนโค้ดคำสั่งจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- 4) เทอร์มินัลบล็อก ผ่านมายังวงจรปรับความเร็วมอเตอร์ เพื่อจ่ายกระแส และปรับแรงดันให้พัดลมสามารถปรับความเร็วในการหมุนของมอเตอร์พัดลมได้

4.2 การออกแบบรูปทรงและขนาดของเครื่องหมักกระเทียมสำหรับหมักกระเทียม

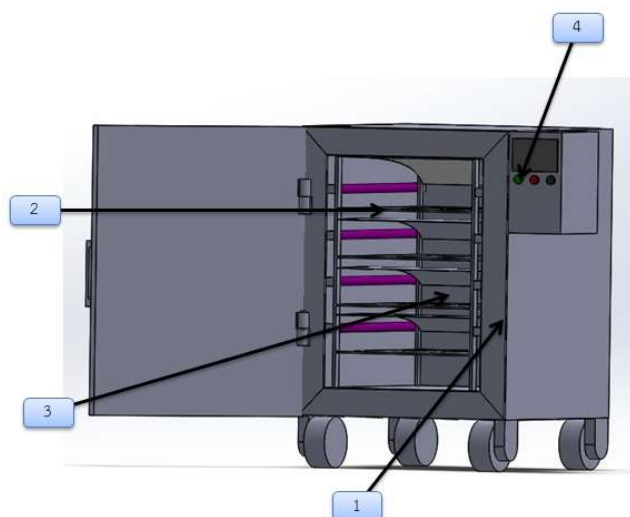
การออกแบบรูปทรงของเครื่องหมักกระเทียมสำหรับหมักกระเทียม เน้นออกแบบให้ตัวเครื่องมีขนาดพอเหมาะกับครัวเรือน โดยเครื่องหมักกระเทียมสำหรับหมักกระเทียมนี้สามารถปรับระดับการอบอุณหภูมิให้มีอุณหภูมิที่ต้องการ ซึ่งเหมาะกับครัวเรือนและกลุ่มเกษตรกร ขนาดและรูปทรงของเครื่องแสดงไว้ในแบบจำลอง 3 มิติ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แบบจำลอง 3 มิติ แสดงขนาดและรูปทรงของเครื่องหมักกระเทียมสำหรับหมักกระเทียม

4.3 การออกแบบเลือกอุปกรณ์เครื่องหมักกระเทียมสำหรับหมักกระเทียม

ผลการออกแบบเลือกอุปกรณ์เครื่องหมักกระเทียมสำหรับหมักกระเทียมแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของตัวเครื่องหมักกระเทียมสำหรับหมักกระเทียม

5. ผลของการวิจัย

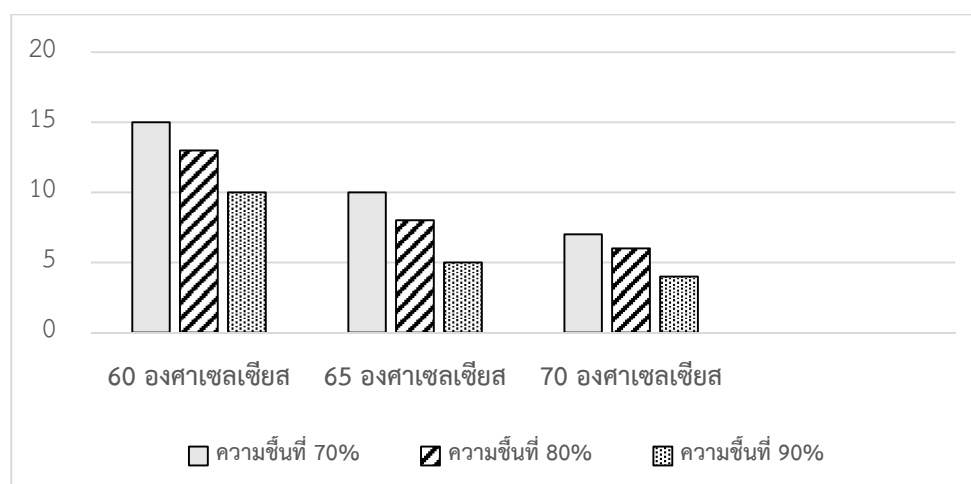
ผลการทดสอบเครื่องหมักกระเทียมดำ ได้ทำการทดสอบตามกระบวนการทั้งหมด 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 การทดสอบหาอุณหภูมิที่และความชื้นเหมาะสมของเครื่องหมักกระเทียมดำดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดสอบหาอุณหภูมิที่และความชื้นเหมาะสมของเครื่องหมักกระเทียมดำ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (%)	ความเร็วพัดลม (รอบ)	ระยะเวลา (วัน)
60 องศาเซลเซียส	70 %	1,890	15
	80 %	1,890	13
	90 %	1,890	10
65 องศาเซลเซียส	70 %	1,890	10
	80 %	1,890	8
	90 %	1,890	6
70 องศาเซลเซียส	70 %	1,890	7
	80 %	1,890	6
	90 %	1,890	4

จากตารางที่ 1 การทดสอบหาอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วรอบมอเตอร์พัดลมที่เหมาะสมโดยมีการตั้งอุณหภูมิระหว่าง 60-70 องศาเซลเซียส และความชื้นที่ 70% 80% และ 90% สามารถพิจารณาแผนภูมิทดสอบหาอุณหภูมิที่และความชื้นเหมาะสมของเครื่องหมักกระเทียมดำดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนภูมิทดสอบหาอุณหภูมิที่และความชื้นเหมาะสมของเครื่องหมักกระเทียมดำ

5.1.1 ผลการทดสอบอุณหภูมิในช่วง 60 องศา

- อุณหภูมิ 60 องศาและความชื้น 70% ใช้ระยะเวลาที่จะเปลี่ยนเป็นกระเทียมดำ 15 วัน
- อุณหภูมิ 60 องศาและความชื้น 80% ใช้ระยะเวลาที่จะเปลี่ยนเป็นกระเทียมดำ 13 วัน
- อุณหภูมิ 60 องศาและความชื้น 90% ใช้ระยะเวลาที่จะเปลี่ยนเป็นกระเทียมดำ 10 วัน

5.1.2 ผลการทดสอบอุณหภูมิในช่วง 65 องศา

- อุณหภูมิ 65 องศาและความชื้น 70% ใช้ระยะเวลาที่จะเปลี่ยนเป็นกระเทียมดำ 10 วัน
- อุณหภูมิ 65 องศาและความชื้น 80% ใช้ระยะเวลาที่จะเปลี่ยนเป็นกระเทียมดำ 8 วัน
- อุณหภูมิ 65 องศาและความชื้น 90% ใช้ระยะเวลาที่จะเปลี่ยนเป็นกระเทียมดำ 5 วัน

5.1.3 ผลการทดสอบอุณหภูมิในช่วง 70 องศา

- อุณหภูมิ 70 องศาและความชื้น 70% ใช้ระยะเวลาที่จะเปลี่ยนเป็นกระเทียมดำ 8 วัน
- อุณหภูมิ 70 องศาและความชื้น 80% ใช้ระยะเวลาที่จะเปลี่ยนเป็นกระเทียมดำ 6 วัน
- อุณหภูมิ 70 องศาและความชื้น 90% ใช้ระยะเวลาที่จะเปลี่ยนเป็นกระเทียมดำ 4 วัน

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหมักกระเทียมดำ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหมักกระเทียมดำแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหมักกระเทียมดำ

กระเทียม (กิโลกรัม)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (%)	ความเร็วพัดลม (รอบ)	ระยะเวลา (วัน)
1 กิโลกรัม	60 องศา	70-90 %	1890	10 วัน
1 กิโลกรัม	65 องศา	70-90 %	1890	5 วัน
1 กิโลกรัม	70 องศา	70-90 %	1890	4 วัน

จากตารางที่ 2 จะแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและความชื้น เป็นส่วนสำคัญในการหมักกระเทียมดำ จากการทดสอบการหมักกระเทียมดำในปริมาณ 1 กิโลกรัม อุณหภูมิที่ 60 องศา ความชื้น 70-90 % เป็นระยะเวลา 10 วัน ที่จะเปลี่ยนเป็นกระเทียมดำ 1 กิโลกรัม อุณหภูมิที่ 65 องศา ความชื้น 70-90 % เป็นระยะเวลา 5 วัน ที่จะเปลี่ยนเป็นกระเทียมดำ 1 กิโลกรัม อุณหภูมิที่ 70 องศา ความชื้น 70 - 90 % เป็นระยะเวลา 4 วัน ที่จะเปลี่ยนเป็นกระเทียมดำ 1 กิโลกรัม

ดังนั้นจากผลการทดสอบในการหมักกระเทียมดำที่เหมาะสมที่สุดคืออุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสและความชื้น 70-90 % เป็นระยะเวลา 4 วัน

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องหมักกระเทียมดำ

รายการเครื่อง	ปริมาณที่ได้ (กิโลกรัม)	ระยะเวลา (วัน)	แหล่งข้อมูล/ผู้ผลิต
หม้อหุงข้าว	1 กิโลกรัม	15 - 30 วัน	กระเทียมดำอินทรีย์
เครื่องหมักกระเทียมดำ	1 กิโลกรัม	4 - 5 วัน	เครื่องที่พัฒนา

จากตารางที่ 3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องหมักกระเทียมดำ ที่พัฒนาขึ้นกับหมักหุงขาว จากแหล่งต่างๆพบว่า เครื่องที่พัฒนาขึ้นมา สามารถหมักกระเทียมดำได้ในระยะเวลาที่เร็วขึ้น และปริมาณเพิ่มขึ้น

6. สรุปและอภิปราย

เครื่องหมักกระเทียมดำที่พัฒนาขึ้นเพื่อลดระยะเวลาในการหมักกระเทียมดำและเพิ่มปริมาณที่ใช้ในการแปรรูปเพิ่มขึ้น จากการทดสอบพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และความชื้นในช่วง 70-90% ใช้เวลาระยะเวลา 4 วัน และใส่กระเทียมได้ครั้งละ 2 กิโลกรัม ดังนั้นเครื่องหมักกระเทียมดำที่พัฒนาขึ้นสามารถลดระยะเวลาในการหมักและเพิ่มปริมาณในการแปรรูปเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศุภวุฒิ ฝากา และคณะ. (2557). การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปงยางคก อำเภอด่านช้าง จังหวัดลำปาง. สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2563,จาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/lttech/article/view/29386>.
- [2] อรุณ ชาญชัยเขาวีวัฒน์ และคณะ. (2560). การสร้างตู่มลึงก์แป้งและการแปรรูปกัมมี่เยลลี่จากข้าวหมากผสมสมุนไพร เพื่อเป็นขนมเพิ่มคุณค่าทาง. สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 256. จาก <https://epms.arda.or.th/src/Research/OldSummaryExSummary.aspx?ID=10873>.
- [3] เกรียงไกร รักคำ และคณะ. (2560). การพัฒนาระบบบันทึกและแสดงผลข้อมูลภูมิอากาศผ่านระบบสื่อสารไร้สายซิกบี. สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2563. จาก <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JIT/article/view/91079>.
- [4] จักรกฤษณ์ สารการ และคณะ. (2560). การอบแห้งรังสีอินฟราเรดร่วมกับแสงอาทิตย์สำหรับสับปะรดหั่นแว่นในตู้อบแห้งแบบ ถาดหมุน. สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2563. จาก http://digital_collect.lib.buu.ac.th/project/b00254417.pdf.
- [5] หริรักษ์ ควรประดิษฐ์. (2557). การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานรังสีอาทิตย์แบบจานรวมรังสีในกระบวนการอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร. สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2563. จาก <http://ir.swu.ac.th/jspui/handle/123456789/4325>.