เครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่าแบบกึ่งอัตโนมัติ

SEMI-AUTOMATIC GALANGAL CLENING MACHINE

สหัสวรรษ ภูจีระ[1,*] และ รักพงษ์ ขันธวิธิ[2]
Sahassawas Poojeera[1,*] and Rakpong Khanthawithi[2]

[1]สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์
[2]สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
[1]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus
[2]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University

Received: 16 January 2021 Accepted: 28 Novemberh 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่า เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากการล้างในปัจจุบันที่ยังใช้แรงงานคนในการล้างรวมไปถึงระยะเวลาในการล้างที่นานเกินไป และยังช่วยในการประหยัดน้ำ การศึกษาใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า รอบการหมุน 1450 รอบต่อนาที เป็นต้นกำลัง ใช้ปั๊มน้ำขนาด 0.5 แรงม้า เพื่อใช้ในการหมุนเวียนน้ำในการล้างทำความสะอาด ใช้ Flat Fan Spray Nozzle ที่องศาสเปรย์ 60 องศา ช่วยในการฉีดล้างเศษดินที่ติดมากับหัวข่า และตะแกรงล้างจะช่วยในการร่อนดินที่ติดมากับหัวข่า จากการทดสอบพบว่าค่าที่เหมาะสมกับเครื่องล้างหัวข่านี้ คือ หัวข่าที่น้ำหนัก 5 กิโลกรัม สะอาดที่สุดที่เวลา 120 วินาที ผลต่างก่อนล้างและหลังล้างเท่ากับ 0.9 กิโลกรัม หรือ 18% จากนั้นนำไปทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับการล้างด้วยคน พบว่าการล้างหัวข่าที่น้ำหนัก 300 กิโลกรัม เครื่องล้างหัวข่าใช้เวลาน้อยกว่าการใช้คน เท่ากับ 90.8 นาที เครื่องล้างหัวข่ามีปริมาณน้ำที่ใช้ต่ำกว่าใช้คนล้าง เท่ากับ 3.02 บาท จำนวนแรงงานในการ

* ผู้ประสานงาน: สหัสวรรษ ภูจีระ
อีเมล์: Sahassawas.po@rmuti.ac.th

ล้างหัวข่าด้วยเครื่องต่ำกว่าใช้คนล้าง เท่ากับ 1 คน แต่เครื่องล้างหัวข่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าใช้คนล้าง เท่ากับ 8.83 บาท จากผลการทดสอบต้องใช้ระยะเวลาคืนทุน 6 เดือน

คำสำคัญ: หัวข่า, การล้างหัวข่า, การทดสอบ

Abstract

The purpose of this research was to test the galangal cleaning machine for reducing the problems caused by current cleaning method that requires human labor to wash and long cleaning duration, and for water saving. The research used a 1/4 hp motor with a rotational speed of 1450 rpm to generate the power. The 0.5 hp water pump was used to circulate water for cleaning, while the Flat Fan Spray Nozzle at 60-degree spray was used for spraying the soil fragments attached to the galangal, and the washing sieve will help to sift the soil attached to the galangal heads. The research reveals that the optimum value of this galangal cleaning machine for the cleanest was 5 Kgs of galangal at 120 seconds. The difference before and after cleaning was at 0.9 Kg or at 18%. On comparing the cleaning machine and human cleaning, it was found that cleaning 300 kilograms of galangal by using the cleaning machine took 90.8 minute shorter time than using human labor. The galangal cleaning machine had lower water consumption than cleaning by human labor at 3.02 Baht. The number of workers in cleaning galangal with the cleaning machine was fewer than using human labor at 1 person, but the cleaning machine consumed higher electricity than using human labor at 8.83 Baht. According to the results of the research, a payback period was 6 months.

Keywords: Galangal, Cleaning Galangal, Experiment

บทนำ

ปัจจุบันเกษตรกรในหลายพื้นที่ของประเทศไทยมีอาชีพปลูกหัวข่าเป็นอาชีพเพื่อหารายได้ในการดำรงชีวิต เพราะหัวข่าเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ทำรายได้แก่ประเทศ (Yang & Eilerman, 1999; Oonmetta-areea et al., 2006; บงกช นพผลม 2545; Sripor & Nakanyapatthara, 2014) ราคาข่าเหลืองที่ขายกันทั่วไป ราคาเหมาหน้าไร่ตันละ 40,000 บาท ราคาหน้าตลาดตันละ 60,000 บาท 1 ไร่จะให้ผลผลิตประมาณ 3.5-4 ตัน สำหรับตลาดของข่าเหลืองนั้นก็จะมีตลาดรองรับค่อนข้างกว้าง เนื่องจากเป็นที่นิยมของผู้บริโภคโดยเฉพาะในเขตภาคอีสานและภาคใต้ ราคาข่า แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข่าอ่อน เป็นข่าที่เก็บผลผลิตในช่วงเดือนที่ 6 เมื่อนำไปขายจะได้ราคาดีมากถึงกิโลกรัมละ 30-35 บาท ส่วนอย่างที่สอง คือ ข่าแก่ เป็นข่าที่อยู่ในช่วงการเจริญเติบในเดือนที่ 8 ซึ่งหลงเหลือจากเก็บผลผลิตไม่ทันของคนงาน ซึ่งขายได้ราคากิโลกรัม 10-15 บาท ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบข่าแก่กับข่าอ่อนแล้วอัตราส่วนในแปลงที่ขุดได้แต่ละวันจะมีข่าอ่อนถึง 80-90 เปอร์เซ็นต์ จะมีข่าแก่เพียง 10-20 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น โดยในรูปที่ 1 การเก็บหัวข่าต่อไร่จะได้ปริมาณหัวข่าเฉลี่ยประมาณ 3-4 ตัน ทำให้เกษตรกรประสบปัญหาในการล้างทำความสะอาดหัวข่าดังกล่าว ซึ่งจะมีสิ่งปนเปื้อนติดอยู่เป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นเศษดิน หิน และทราย จึงจำเป็นต้องล้างทำความสะอาดก่อนนำไปผ่านกระบวนการผลิตและจำหน่ายต่อไป

รูปที่ 1 ไร่ข่า

รูปที่ 2 หัวข่าจากการเก็บเกี่ยว

หัวข่าจากการเก็บเกี่ยว (จากรูปที่ 2) มีวิธีการขุดที่ถูกวิธี ซึ่งทำดังนี้ เลือกขุดข่าเพียง 3 มุม จากทั้งหมด 4 มุม ยกตัวอย่างเช่น ปลูกข่า 1 กอ จะมีต้นข่าขึ้นประมาณ 10 ต้น เป็นสี่เหลี่ยม เมื่อข่าโตจนเก็บผลผลิตได้ประมาณ 6-8 เดือน ให้เลือกขุดออกไป 3 มุม เหลือไว้

หนึ่งมุม สำหรับเหลือให้ข่าแพร่พันธุ์ขยายต่อไปได้ แต่เมื่อเก็บผลผลิตในครั้งต่อไป ควรสับเปลี่ยนมุมที่ขุดออก เพราะจะทำให้ข่าที่งอกใหม่แต่ละครั้งเจริญเติบโตดี มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (ไกรเลิศ ทวีกุล และ วีระ ภาคอุทัย, 2561) หลังจากที่ถอดหัวข่าจากดินขึ้นมา จำเป็นต้องมีการล้างทำความสะอาดหัวข่าก่อนที่จะนำไปใช้งานหรือส่งขายตามท้องตลอด เนื่องจากหัวข่าเป็นพืชที่เกิดในพื้นดิน จึงมีดินติดบริเวณหัวจำนวนมาก (จากรูปที่ 3) โดยหัวข่าที่ยังไม่ได้ล้างทำความสะอาดนั้นจะสังเกตได้ง่ายว่าจะมีดินและสิ่งสกปรกติดตามหัวและรากชัดเจน ส่งผลให้ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้ทันทีต้องผ่านกระบวนการทำความสะอาดก่อน ในการล้างทำความสะอาดนั้นแบบดั้งเดิมจะใช้สายยางฉีดเพื่อล้างดินที่เกาะอยู่ที่บริเวณหัวข่าให้ออก

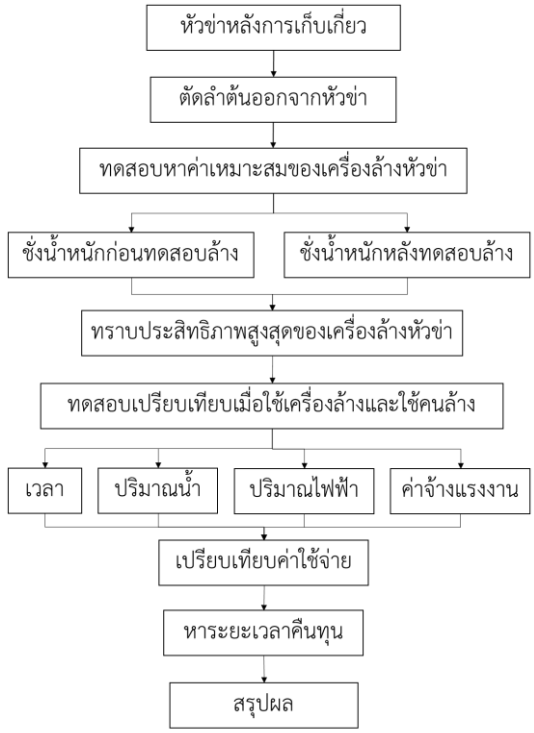
ในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดนั้นมีความยากลำบากเกิดขึ้นเพราะปริมาณการเก็บผลผลิตในแต่ล่ะครั้งมีจำนวนมาก ทำให้การล้างทำความสะอาดหัวข่านั้นต้องอาศัยแรงงานจากคนในการล้างทำความสะอาดก่อนนำไปจำหน่าย โดยในรูปที่ 4 การล้างทำความสะอาดหัวข่าด้วยแรงงานคนนั้นทำให้วัตถุดิบมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอและไม่ได้มาตรฐาน ประกอบกับประสิทธิภาพในการล้างของเกษตรกรเกิดความล่าช้าจำนวนคนงานที่มีไม่เพียงพอ เมื่อล้างหัวข่าในปริมาณมาก ๆ ทำให้เกิดการเมื่อยล้า สิ้นเปลืองกำลังคน สิ้นเปลืองระยะเวลา สิ้นเปลืองทุนทรัพย์ ในโครงงานนี้จึงได้ทำการศึกษาและออกแบบเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่าขึ้น การทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่าจะอาศัยพลังงานไฟฟ้าและมอเตอร์เป็นต้นกำลัง โดยการทำงานของเครื่องจะมีขั้นตอนการทำงานคือการล้างทำความสะอาดหัวข่าด้วยตะแกรงที่หมุนและใช้น้ำแรงดันสูงเพื่อแยกสิ่งสกปรก

รูปที่ 3 หัวขาก่อนล้างทำความสะอาด

รูปที่ 4 การล้างหัวข่าแบบดั้งเดิม

การสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่าเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรและผู้สนใจในการลดต้นทุนในการล้างทำความสะอาดแต่ล่ะครั้ง ทำให้เวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดหัวข่าลดลงและลดทุนทรัพย์ทำให้ประหยัดต้นทุนในการจ้างแรงงานคนล้างทำความสะอาดหัวข่า และทำให้เกษตรกรมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้นในการประกอบอาชีพ จากปัญหาดังกล่าวที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงได้ศึกษาและออกแบบเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่าแบบกึ่งอัตโนมัติขึ้นเพื่อช่วยเกษตรกรและผู้สนใจต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย



รูปที่ 5 แผนผังการทดสอบ

การทดสอบเครื่องล้างหัวข่าแบบกึ่งอัตโนมัติ อธิบายได้จากแผนผังการทดสอบ รูปที่ 5 เมื่อได้วัตถุดิบในการทดสอบคือหัวข่ามาจากการเก็บเกี่ยว ขั้นตอนต่อไปเป็นการตัดต้นและนำหัวข่าไปชั่งน้ำหนักก่อนล้าง จากนั้นนำเข้าเรื่องล้าง เมื่อล้างเสร็จนำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

เพื่อหาผลต่างของน้ำหนักที่หายไป แล้วทำการวิเคราห์จากผลการทดสอบเพื่อหาค่าเหมาะสมของเครื่องล้างหัวข่า เมื่อได้ค่าเหมาะสมจะนำค่าที่เหมาะสมนั้นไปทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับการล้างด้วยแรงงานคน ในตัวแปรต่างๆ เช่น เวลา ปริมาณน้ำ ปริมาณไฟฟ้า ค่าจ้างแรงงาน เป็นต้น จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย เพื่อนำไปหาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องล้างหัวข่า สุดท้ายนำผลจากการทดสอบต่างๆที่ได้ไปสรุปผลต่อไป

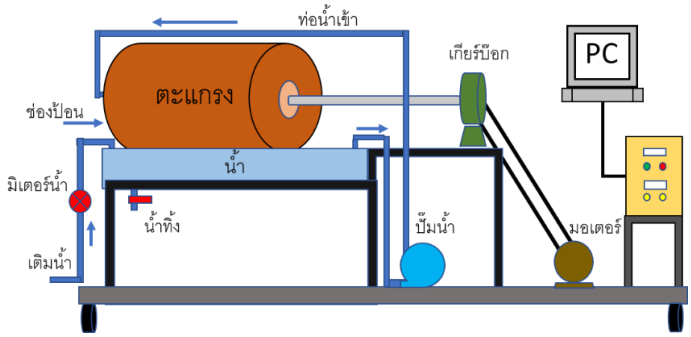
1. อุปกรณ์การทดลอง

ตารางที่ 1 อุปกรณ์และวัตถุดิบที่ใช้ในการทดสอบ

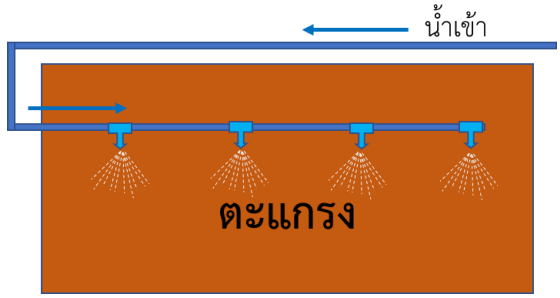
อุปกรณ์และวัตถุดิบ	รายละเอียด / ความแม่นยำ	ยี่ห้อ
อุปกรณ์		
หัวสเปรย์ (ทรงพัดแบบม่านน้ำ)	- มีมุมให้เลือกตั้งแต่ 15 ถึง 110 องศา - ขนาดเกลียว: 1/4"	World spray
เครื่องวัดการไหลของน้ำแบบดิจิตอล	- ความแม่นยำในการวัด: 0.5% - การไหล: 9l/Min-100l/Min	Douyaki 24
ปั๊มหอยโข่ง (0.5 แรงม้า)	-อัตราการสูบน้ำ 20 ลิตร/นาที ที่ระยะส่ง 14 เมตร - ใบพัดน้ำผลิตจากทองเหลือง	WIZZ
มอเตอร์	- มอเตอร์ส่งกำลังไฟฟ้า 1/4 HP 220V	pioneer
ตู้คอนโทรล	- ตู้คอนโทรล, ตู้ควบคุมมอเตอร์, ปั๊มน้ำ 0.5- 5 HP - มอเตอร์ทำงานจากโปรแกรม Timer Auto-ON-OFF ตั้งโปรแกรมวลา เปิด-ปิด	-
เกียร์ทดรอบ	- สำหรับมอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า - อัตราทดรอบเลือกใช้ ตั้งแต่ 1:10 - 1:60	CPG (ไต้หวัน)
เครื่องวัดความเร็วรอบ	- ความแม่นยำ: ± (0.05% + 1 หลัก) - วัดรอบแบบสัมผัส: 0.5~19,999 RPM	DIGICON
เครื่องบันทึก	- รับสัญญาณแบบ Universal 2 ช่อง - มี Relay สำหรับควบคุม 2 ช่อง	APAR
เครื่องชั่งตั้งพื้น	- พิกัด 150 กิโลกรัม - หน่วยชั่ง kg / lb.	Keli
วัตถุดิบ		
หัวข่า	- หัวข่าขุดจากดิน 300 กิโลกรัม	

2. หลักการทำงานของเครื่อง

การทำงานของเครื่องล้างหัวข่าแบบกึ่งอัตโนมัติ ดังรูปที่ 6 ขั้นตอนที่ผู้ใช้งานเครื่องต้องเป็นคนทำเองคือต้องป้อนหัวข่าเข้าที่ช่องป้อนของตะแกรงและนำออกจากช่องป้อนหลังจากล้างเสร็จสิ้นกระบวนการ นอกจากการป้อนและนำหัวข่าออกนั้น ขั้นตอนต่าง ๆ หลังจากนี้จะเป็นแบบอัตโนมัติซึ่งจะกล่าวต่อไปดังนี้ เมื่อผู้ใช้งานป้อนหัวข่าแล้ว จากนั้นเปิดสวิตช์การทำงานของเครื่อง การเปิดเครื่องจะเป็นการสั่งให้ระบบต่าง ๆ ของเครื่องเริ่มทำงาน เช่น ระบบไฟฟ้าขับมอเตอร์ ระบบไฟฟ้าขับปั๊มน้ำ และระบบหัวฉีดเปรย์น้ำ เป็นต้น โดยมอเตอร์จะทำหน้าที่หมุนเพลาของตะแกรงที่บรรจุหัวข่าไว้ ให้หมุนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในขณะที่ตะแกรงหมุนนั้นหัวสเปรย์ก็จะทำการฉีดน้ำใส่หัวข่าที่กำลังเคลื่อนที่ตามการหมุนของตะแกรง ระบบน้ำจะถูกขับจากปั๊มน้ำไปตามท่อน้ำเข้าแล้วเข้าหัวสเปรย์ จากนั้นจะฉีดออกเพื่อล้างหัวข่า น้ำจากการล้างจะถูกเก็บรับไว้ที่ด้านใต้ของตะแกรง เพื่อนำน้ำวนกลับมาใช้ใหม่ได้ ระบบไฟฟ้าทั้งหมดจะถูกบันทึกค่าด้วยตู้ควบคุมและส่งข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์



รูปที่ 6 เครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่า



รูปที่ 7 ตะแกรงของเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่า

3. ขั้นตอนการทดลอง

เครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่าที่ใช้ในการทดสอบในครั้งนี้ (ดังรูปที่ 6) ใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า เป็นต้นกำลัง โดยมีความเร็วรอบการหมุน 1450 รอบต่อนาที ต่อกับเกียร์บ๊อกที่อัตราทด 1:60 รอบต่อนาที เกียร์บ๊อกต่อเพลาเข้ากับตะแกรงทรงกระบอกกลวง (รูปที่ 6) ความยาว 100 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ระยะห่างของตะแกรง 2 เซนติเมตร (ดังรูปที่ 7) ซึ่งใช้ปั๊มน้ำขนาด 0.5 แรงม้า อัตราการไหล 40 ลิตรต่อนาที แรงดันน้ำ 4 บาร์ เพื่อใช้ในการหมุนเวียนน้ำในการล้างทำความสะอาด โดยน้ำจะผ่านกรองที่มีตาข่ายเป็นตัวดักเศษฝุ่นขนาดเล็ก และการล้างทำความสะอาดจะใช้ Flat Fan Spray Nozzle ที่องศาสเปรย์ 60 องศา อัตราการไหล 3.9 ลิตรต่อนาที แรงดันน้ำ 3 บาร์ ซึ่งแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 การทดสอบดังนี้

3.1 วิธีการทดสอบการล้างหัวข่าแบบดั้งเดิม ทางผู้วิจัยให้เกษตรกรจำนวน 5 คนทำการล้างหัวข่า (เกษตรกรอายุแตกต่างกัน) โดยการฉีดล้างทำความสะอาดหัวข่าด้วยหัวฉีดแบบ Spray Nozzle ที่ต่อเข้ากับสายยาง ซึ่งใช้ปั๊มน้ำ ขนาด 1/4 แรงม้า เป็นตัวช่วยเพิ่มแรงดันน้ำให้สูงขึ้นจากรูปที่ 4 เพื่อใช้ฉีดดินและสิ่งสกปรกออกจากหัวข่า มีขั้นตอนดังนี้

1) เตรียมเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบดังนี้ อุปกรณ์วัดพลังงานไฟฟ้าเพื่อวัดการใช้งานของปั๊มน้ำ อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำเพื่อวัดปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างหัวข่า และนาฬิกาจับเวลาเพื่อจับเวลาตลอดการทดสอบ

2) เตรียมวัตถุดิบในการทดสอบ ชั่งน้ำหนักหัวข่าเพื่อแบ่งหัวข่าเป็น 300 กิโลกรัม

3) ให้เกษตรกรจำนวน 5 คน ล้างหัวข่าน้ำหนัก 300 กิโลกรัมต่อคน ด้วยการฉีดน้ำล้างด้วยหัวฉีด Spray Nozzle

4) เริ่มจับเวลา เปิดอุปกรณ์วัดพลังงานไฟฟ้า และอุปกรณ์วัดปริมาณน้ำเมื่อเริ่มล้างหัวข่าหัวแรกในทันที

5) บันทึกผลจากอุปกรณ์วัดพลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์วัดปริมาณน้ำ ทุก 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 กิโลกรัม ตามลำดับ

6) เมื่อเกษตรกรล้างหัวข่าครบจำนวน 300 กิโลกรัม นำหัวข่าทั้งหมดไปชั่งน้ำหนัก และบันทึกผล

7) วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

3.2 วิธีการทดสอบเพื่อหาจุดที่เครื่องล้างหัวข่ามีประสิทธิภาพสูงสุด ในการทดสอบจะแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 5 กรณี ดังนี้ 1, 3, 5, 7 และ 10 กิโลกรัม (ทดสอบ 3 ครั้ง ต่อ 1 กรณี) มีขั้นตอนดังนี้

1) นำหัวข่าชั่งน้ำหนัก จำนวน 1 กิโลกรัม, 3 กิโลกรัม, 5 กิโลกรัม, 7 กิโลกรัม และ 10 กิโลกรัม

2) นำหัวข่าใส่ในตะแกรงล้างของเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่า

3) เปิดเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่า โดยอาศัยแรงดันน้ำจากหัวฉีด

4) เวลาที่ใช้ในการทดสอบมีทั้งหมด 5 กรณี ดังนี้ เวลา 30 วินาที, 60 วินาที, 90 วินาที, 120 วินาที และ 150 วินาที

5) นำหัวข่าออกจากตะแกรงล้างของเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่า หลังจากล้างหัวข่าครบตามระยะเวลาที่กำหนด

6) ชั่งน้ำหนักหัวข่าหลังจากล้างเสร็จในแต่ละรอบ

7) บันทึกผล

8) วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างหัวข่า (น้ำหนักก่อนการล้าง–น้ำหนักหลังการล้าง เนื่องจากหากนำดินหรือสิ่งสกปรกออกได้เยอะ หัวข่าก็จะมีความสะอาดและพร้อมใช้งานมากขึ้น)

3.3 วิธีการทดสอบเครื่องล้างหัวข่า ซึ่งวัดจากตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้ เวลา, ปริมาณน้ำ, ปริมาณไฟฟ้า, แรงงานคน เป็นต้น และจะนำข้อมูลจากการทดสอบไปเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนล้างมีขั้นตอนดังนี้

1) นำหัวข่าชั่งน้ำหนักตามผลที่ได้จากการทดสอบจากหัวข้อที่ (2.1) การหาประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องล้างหัวข่า (หัวข่าจำนวน 5 กิโลกรัมเป็นจำนวนที่เครื่องทำงานได้ประสิทธิภาพสูงสุด และเวลาที่เครื่องล้างหัวข่ามีประสิทธิภาพสูงสุด เท่ากับ 120 วินาที)

2) นำหัวข่าใส่ในตะแกรงล้างของเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่า

3) เปิดเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่า โดยอาศัยแรงดันน้ำจากหัวฉีด (ทดสอบ 3 ครั้ง ต่อ 1 กรณี)

4) นำหัวข่าออกจากตะแกรงล้างของเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่า หลังจากล้างหัวข่าครบระยะเวลาตามที่กำหนด

5) ชั่งน้ำหนักหัวข่าหลังจากล้างเสร็จในแต่ละรอบ

6) บันทึกผล

7) ทดสอบต่อเนื่องจนล้างหัวข่าครบ 300 กิโลกรัม

8) วิเคราะห์และสรุปผล

3.4 การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน

การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน ต้องคำนึงถึงต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาการใช้งาน เช่น เวลาในการดำเนินงาน ค่าใช้จ่ายน้ำประปา ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าแรงงาน และราคาในการลงทุนสร้างเครื่องล้างหัวข่า ซึ่งสามารถคำนวณและวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนได้จากสมการ (1) ดังนี้

ระยะเวลาคืนทุน = ราคาในการลงทุนสร้างเครื่องล้างหัวข่า (บาท) / ค่าใช้จ่ายรวมในการใช้งานเครื่อง 1 วัน (บาท)

ดังนั้น

ระยะเวลาคืนทุน = ราคาในการลงทุนสร้างเครื่องล้างหัวข่า (บาท) / (ส่วนต่างค่าน้ำประปาที่ใช้ + ส่วนต่างค่าไฟฟ้าที่ใช้ + ส่วนต่างค่าแรงคนงาน) (1)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

เครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่าที่ใช้ในการทดสอบในครั้งนี้ ใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า รอบการหมุน 1450 รอบต่อนาที โดยใช้ปั๊มน้ำขนาด 0.5 แรงม้า เพื่อใช้ในการหมุนเวียนน้ำในการล้างทำความสะอาด และการล้างทำความสะอาดจะใช้ Flat Fan Spray Nozzle ดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 เครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่าที่ใช้ในการทดสอบ

หัวข่าที่ผ่านการล้างทำความสะอาดด้วยวิธีการล้างแบบใหม่นี้ (เป็นการล้างหัวข่าด้วยเครื่องล่างหัวข่าแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยใช้คนเฉพาะเวลาป้อนหัวข่าเข้าและนำหัวข่าออกที่ตะแกรง นากจากนั้นเครื่องจะทำงานเองทั้งหมดจนเสร็จสิ้นกระบวนการ) หัวข่าที่ผ่านการล้างด้วยเครื่องจะมีความสวยงาม และหัวข่าไม่ช้ำมาก (รูปที่ 9) จะสังเกตได้โดยหัวข่านั้นจะไม่มีดินหรือสิ่งสกปรกติดบริเวณหัวข่า เป็นหัวข่าที่พร้อมจะส่งขายได้

รูปที่ 9 หัวข่าหลังล้างทำความสะอาด

1. ผลการทดสอบน้ำหนักหัวข่าก่อนและหลังล้าง

การล้างหัวข่าที่ดีต้องล้างจนไม่มีดินติดที่บริเวณหัวข่าหรือล้างจนน้ำหนักของหัวข่าคงที่ นั้นจึงแสดงว่าหัวข่าที่ล้างมีความเป็นไปได้ที่จะสะอาดแล้ว

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบล้างหัวข่าด้วยการชั่งน้ำหนักก่อนล้างและหลังล้าง

ก่อนล้าง	**หลังล้าง**					**ผลต่าง**
วินาทีที่ 0 (กิโลกรัม)	วินาทีที่ 30 (กิโลกรัม)	วินาทีที่ 60 (กิโลกรัม)	วินาทีที่ 90 (กิโลกรัม)	วินาทีที่ 120 (กิโลกรัม)	วินาทีที่ 150 (กิโลกรัม)	เมื่อน้ำหนักคงที่ (%)
1	0.9	0.9	0.9	0.85	0.85	15.0
3	2.8	2.8	2.7	2.6	2.6	13.0
5	4.4	4.4	4.3	4.1	4.1	18.0
7	6.8	6.7	6.6	6.5	6.5	7.14
10	9.6	9.5	9.5	9.4	9.4	6.0

การทดสอบล้างหัวข่า จากตารางที่ 2 ทั้ง 5 กรณี คือ 1, 3, 5, 7 และ 10 กิโลกรัม พบว่าเครื่องล้างหัวข่ามีประสิทธิภาพการทำงานสุดสุดในทุกกรณีอยู่ที่ 120 วินาที เนื่องจากในวินาทีที่ 150 น้ำหนักมีค่าคงที่ แต่ในกรณีที่บรรจุหัวข่า 5 กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์ผลต่างของน้ำหนักก่อนลับด้วยน้ำหนักหลังล้างมากที่สุด เท่ากับ 0.9 กิโลกรัม หรือ 18% ดังนั้นการทดสอบในหัวข้อต่อไปที่จะทำการศึกษา เช่น ทดสอบเวลาที่ใช้ในการล้างหัวข่าระหว่างใช้เครื่องและใช้คน ทดสอบปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างหัวข่าของการใช้เครื่องและการใช้คน ทดสอบจำนวนแรงงานในการล้างหัวข่าของการใช้เครื่องและการใช้คน จึงเลือกกรณีที่เครื่องสามารถทำงานได้ประสิทธิภาพสูงสุด คือ การบรรจุหัวข่าทีละ 5 กิโลกรัมเป็นกรณีศึกษาต่อไป

2. ผลการทดสอบเวลาในการล้างหัวข่า

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบเวลาในการล้างทำความสะอาดหัวข่าระหว่างการใช้เครื่องกับใช้คน

น้ำหนักหัวข่า (กิโลกรัม)	ใช้เครื่องล้าง (นาที)	ใช้คนล้าง (นาที)	ผลต่าง (นาที)
25	53.7	63.6	9.9
50	88.3	111.1	22.8
75	122.2	159.9	37.7
100	161.9	204.5	42.6
200	327.3	394.1	66.8
300	498.7	589.5	90.8

เวลาในการล้างหัวข่าเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากหากใช้เวลาในการล้างนานก็จะส่งผลให้ได้หัวข่าที่สะอาดที่พร้อมจะส่งขายหรือส่งโรงงานน้อยลงในวันนั้น ๆ จากตารางที่ 3 การเปรียบเทียบเวลาในการล้างหัวข่าระหว่างใช้เครื่องและใช้คน พบว่าที่ 300 กิโลกรัมเครื่องล้างหัวข่าใช้เวลาน้อยกว่าใช้คนล้าง มีผลต่างของเวลาเท่ากับ 90.8 นาที ซึ่งจากน้ำหนักหัวข่า 25 กิโลกรัมถึงน้ำหนักหัวข่า 300 กิโลกรัม เวลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามจำนวนน้ำหนักของหัวข่าที่ล้าง ดังนั้นยิ่งล้างในจำนวนที่มากขึ้นผลต่างของเวลายิ่งเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

3. ผลการทดสอบปริมาณน้ำในการล้างหัวข่า

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณน้ำในการล้างทำความสะอาดหัวข่าระหว่างการใช้เครื่องกับใช้คน

น้ำหนักหัวข่า (กิโลกรัม)	ใช้เครื่องล้าง (ลิตร)	ใช้คนล้าง (ลิตร)	ผลต่าง (ลิตร)	ผลต่างค่าใช้จ่าย (บาท)
25	43.7	67.6	23.9	0.24
50	78.3	139.8	61.5	0.63
75	112.2	199.1	86.9	0.89
100	151.9	258.4	106.5	1.09
200	309.1	502.3	193.2	1.97
300	447.3	743.1	295.8	3.02

หมายเหตุ: อัตราค่าน้ำประปาขั้นต่ำของที่อยู่อาศัย หน่วยละ 10.20 บาท (ลบ.ม./1หน่วย)

การล้างทำความสะอาดหัวข่าต้องใช้น้ำเป็นสิ่งชะล้างดินที่ติดมากับหัวข่าด้วยหัวฉีดแรงดันสูง ในการล้างทั้งแบบใช้เครื่องล้างและแบบใช้คนล้าง ในตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างซึ่งใช้เครื่องและใช้คน พบว่าการทดสอบล้างหัวข่าที่ 300 กิโลกรัม การใช้เครื่องล้างมีปริมาณการใช้น้ำต่ำกว่าการใช้คนล้าง ผลต่างเท่ากับ 295.8 ลิตร หรือ 3.02 บาทต่อหัวข่า 300 กิโลกรัม เนื่องจากในการล้างแบบใช้คนนั้นผู้ล้างจะฉีดน้ำแล้วปล่อยน้ำทิ้งไป แต่หากใช้เครื่องล้างจะมีการวนน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกหลายรอบ

4. ผลการทดสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการล้างหัวข่า

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบปริมาณไฟฟ้าในการล้างทำความสะอาดหัวข่าระหว่างการใช้เครื่องกับใช้คน

น้ำหนักหัวข่า (กิโลกรัม)	ใช้เครื่องล้าง (บาท)	ใช้คนล้าง (บาท)	ผลต่าง (บาท)
25	2.33	1.38	0.95
50	3.82	2.41	1.42
75	5.29	3.46	1.83
100	7.01	4.43	2.58
200	14.18	8.53	5.64
300	21.60	12.77	8.83

หมายเหตุ: อัตราค่าไฟฟ้าขั้นต่ำของที่อยู่อาศัย 3.2484 บาท (กิโลวัตต์ชั่วโมง/1หน่วย)

การล้างหัวข่าในการทดสอบทั้งสองแบบจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าในการให้พลังงานแก่ปั๊มและมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้สามารถทำงานได้ จากตารางที่ 5 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการล้างหัวข่าระหว่างการใช้เครื่องกับการใช้คน พบว่าการล้างหัวข่าที่ 300 กิโลกรัม การล้างด้วยเครื่องมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าการล้างหัวข่าด้วยคน ผลต่างของพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 8.83 บาทต่อหัวข่า 300 กิโลกรัม จากผลการทดสอบเครื่องล้างหัวข่ามีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าเนื่องจากมีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่รวมกำลังวัตต์แล้วสูงกว่าการใช้คนล้าง

5. ผลการทดสอบจำนวนแรงงานในการล้างหัวข่า

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบจำนวนแรงงานในการล้างทำความสะอาดหัวข่าระหว่างการใช้เครื่องกับใช้คน

หัวข่า (กิโลกรัม)	ใช้เครื่อง (คน)	ใช้คน (คน)	ผลต่าง (คน)	ผลต่างค่าใช้จ่าย (บาท)
100	1	1	0	0
200	1	2	1	313
300	1	2	1	313

หมายเหตุ: แรงงาน 1 คน ทำงาน 8 ชั่วโมง, ค่าแรงขั้นต่ำ ระดับที่ 10: 313 บาทต่อวัน

การล้างหัวข่าแบบดั้งเดิมคือการให้แรงงานฉีดน้ำใส่หัวข่าจนสะอาดแล้วก็เปลี่ยนหัวข่าไปเรื่อย ๆ ซึ่งมีการสิ้นเปลืองน้ำ เวลา และแรงงานคน จากตารางที่ 6 เปรียบเทียบจำนวนแรงงานในการล้างหัวข่าระหว่างการใช้เครื่องกับการใช้คน พบว่าที่การล้างหัวข่า 300 กิโลกรัม การใช้เครื่องล้างหัวข่านั้นมีการใช้แรงงานน้อยกว่าการใช้แรงงานคนล้างเท่ากับ 1 คน หรือคิดเป็นค่าแรงขั้นต่ำเท่ากับ 313 ต่อวัน

6. ระยะเวลาคืนทุน

เครื่องล้างหัวข่า ใน 1 วันสามารถล้างหัวข่าได้ประมาณ 300 กิโลกรัม (เวลามาตรฐานการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน) จากการคำนวณการใช้งานเครื่องล้างหัวข่าพบว่าในส่วนของค่าใช้จ่ายน้ำประปา ค่าไฟฟ้า ค่าแรงงานคน และราคาในการลงทุนสร้างเครื่องล้างหัวข่า (53,000) บาท สามารถคำนวณและวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนจากสมการที่ (1) ได้ดังนี้

ค่าใช้จ่ายรวมในการใช้งานเครื่อง 1 วัน = (ผลต่างค่าน้ำประปา 3.02 บาทต่อวัน)
+ (ค่าไฟฟ้า (-8.83) บาทต่อวัน)
+ (ค่าแรงคนงาน 313 บาทต่อวัน)

ค่าใช้จ่ายรวมในการใช้งานเครื่อง 1 วัน = 307.19 บาทต่อวัน

ระยะเวลาคืนทุน = ราคาในการลงทุนสร้างเครื่องล้างหัวข่า (บาท) / ค่าใช้จ่ายรวมในการใช้งานเครื่อง 1 วัน (โดยผลจากการคำนวณระยะเวลาคืนทุนแสดงดังตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน

ระยะเวลา (เดือน)						
0	1	2	3	4	5	6
307.19	9,215.70	18,431.40	27,647.10	36,862.80	46,078.50	55,294.20

การทดสอบเครื่องล้างหัวข่าในขั้นตอนสุดท้ายเมื่อได้ผลและข้อมูลจากการทดสอบได้นำมาวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน โดยในการคำนวณได้ใช้สมการที่ (1) ข้อมูลค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องล้างหัวข่าทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 7 แสดงข้อมูลผลการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน โดยใช้ข้อมูลจากผลต่างค่าใช้จ่ายรายวันมาใช้เป็นปัจจัยในการวิเคราะห์ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการคืนทุนเท่ากับ 6 เดือน

สรุปและอภิปรายผล

การทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่า เพื่อเป็นทางเลือกของเกษตรกรในการลดระยะเวลา และประหยัดน้ำที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดหัวข่า พบว่าเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่ามีประสิทธิภาพสูงสุดของการป้อนหัวข่าที่น้ำหนัก 5 กิโลกรัม ใช้เวลาในการล้าง 120 วินาที ผลต่างก่อนล้างและหลังล้างเท่ากับ 0.9 กิโลกรัม หรือ 18% และประสิทธิภาพต่ำสุดที่น้ำหนัก 10 กิโลกรัม ใช้เวลาในการล้าง 120 วินาที จากนั้นนำไปทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับการล้างด้วยคน พบว่าการล้างหัวข่าที่น้ำหนัก 300 กิโลกรัม เครื่องล้างหัวข่าใช้เวลาน้อยกว่าการใช้คน เท่ากับ 90.8 นาที เครื่องล้างหัวข่ามีปริมาณน้ำที่ใช้ต่ำกว่าใช้คนล้าง เท่ากับ 3.02 บาท จำนวนแรงงานในการล้างหัวข่าด้วยเครื่องต่ำกว่าใช้คนล้าง เท่ากับ 1 คน

แต่เครื่องล้างหัวข่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าใช้คนล้าง เท่ากับ 8.83 บาท จากผลการทดสอบต้องใช้ระยะเวลาคืนทุน 6 เดือน ดังนั้นเครื่องล้างทำความสะอาดหัวข่าที่มีประสิทธิภาพขนาดนี้ สามารถใช้แทนการล้างในปัจจุบันที่ยังใช้แรงงานคนในการล้าง รวมไปถึงช่วยลดระยะเวลาในการล้างลง และยังช่วยในการประหยัดน้ำอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณาจารย์และบุคลากร สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล จังหวัดนครราชสีมา ขอขอบคุณ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

เอกสารอ้างอิง

บงกช นพผล. (2545). การใช้สมุนไพรในการผลิตสัตว์: *ข่า. วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มข.*, *12*(2), 28 – 34.

ไกรเลิศ ทวีกุล และวีระ ภาคอุทัย. (2561). *องค์ความรู้ บทเรียน และประสบการณ์ ชุดที่ 4 พืชเศรษฐกิจในครัวเรือน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 14 ธันวาคม 2564. จาก https://risned.kku.ac.th/

Oonmetta-areea, J., Tomoko, S., Piyawan, G., Griangsak, E. (2006), Antimicrobial properties and action of galangal (Alpinia galanga Linn.) on Staphylococcus aureus, *Food Science and Technology*, 39, 1214-1220.

Sripor, W., & Nakanyapatthara, J. (2014). *Effect of Alpinia galangal essential oil on bacteria spoilage*. In: Proceedings of The 26th Annual Meeting of the Thai society for biotechnology and international conference. 382–287.

Yang, X., & Eilerman, R. G. (1999). Pungent principle of Alpinia galanga (L.) Swartz and its applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,*47, 1657–1662.