

การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดดินเพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน

ศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมนาคจาด*, แมน พักทอง, พิชิตชัย จันทศิริ,
ภัทรวรรณ สวัสดิ์ประวิทย์ และ วศินี อาจรู้

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก 65000

รับบทความ 10 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 มิถุนายน 2563

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดดินเพื่อลดปัญหาการแตกหักในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกประสาน เครื่องคัดขนาดดินเพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานมีขนาดของเครื่องดังนี้ ความกว้าง 700 มิลลิเมตร ความยาว 1,300 มิลลิเมตร ความสูง 650 มิลลิเมตร รูตะแกรงร่อนขนาด 3 มิลลิเมตร ใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า กระแสไฟฟ้า 380 โวลต์ เป็นต้นกำลัง ความเร็วรอบ 204 รอบต่อนาที จากผลการทดลองพบว่า อัตราการนำดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดินด้วยเครื่องคัดขนาดดินต่อการคัดแยกดินลูกรังที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสาน โดยผ่านช่องปล่อยดินที่มีขนาดความกว้าง×ยาว 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 มีขนาด 22.5 ตารางเซนติเมตร ระดับที่ 2 มีขนาด 45 ตารางเซนติเมตร และระดับที่ 3 มีขนาด 90 ตารางเซนติเมตร โดยช่องปล่อยดินระดับที่ 2 มีอัตราการนำเข้าดินเฉลี่ยดีที่สุดคือ 1,299.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

คำสำคัญ: เครื่องคัดขนาดดิน, อิฐบล็อกประสาน

Design and Development of Sizing Sort Soil Machine for Brick Block Manufacturing

Saksit Chuenchomnakjad*, Man Fakthong, Phichatchai Chankeeree,
Phattharawan Sawatprawit and Wasinee Artroo

Program of Industrial Engineering
Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok 65000

Received: 10 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 15 June 2020

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

Abstract

This research aimed to design and develop the sizing sort soil machine for reducing the fracture problem of brick block manufacturing. The size of the machine to be used in the production of brick blocks was 700 mm in width, 1,300 mm in length, 650 mm in height with 3 mm sieve holes, a motor of 2 hp, 380 V power and 204 rpm. The results showed that the rate of lateritic soil into the sizing process with the sizing machine influenced the grading of the lateritic soil used in the production of bricks. There were 3 levels of the soil release channel with width per length such as level 1 with size of 22.5 cm², level 2 with size of 45 cm² and level 3 with size of 90 cm². The soil level 2 had the best average of soil import rate at 1,299.6 kg/h.

Keywords: Sizing Sort Soil Machine, Brick Block

1. บทนำ

อิฐบล็อกประสานถือว่าเป็นวัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่ง ซึ่งในปี พ.ศ. 2510 เกิดบล็อกดินซีเมนต์และบล็อกประสานของ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เป็นบล็อกแรกที่ทำดินลูกรังมาผสมกับซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม มาอัดเป็นแท่งด้วยเครื่องอัดซินวาแรม หลังจากบ่มประมาณ 14 วัน ก็สามารถนำมาก่อสร้างได้ ซึ่งการผลิตนั้นจะใช้แรงงานคนในการผลิตเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งบล็อกดินซีเมนต์และบล็อกประสาน วว. ได้มีการวิจัย ปรับปรุง และพัฒนาอย่างต่อเนื่องกลายมาเป็นอิฐบล็อกประสาน ที่มีหลากหลายรูปแบบ หลากหลายราคา อิฐบล็อกประสานจึงเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่นิยมใช้ในงานก่อสร้างบ้านในปัจจุบัน ทำให้อาชีพการผลิตอิฐบล็อกประสานได้รับความนิยมเพราะสามารถสร้างรายได้และขั้นตอนการผลิตนั้นไม่ซับซ้อนมากนัก^[1]

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้มีการสร้างเครื่องอัดอิฐบล็อกประสานอยู่แต่ยังคงใช้แรงงานคนในการผสมดิน ดินที่ได้นั้นเป็นดินที่มีสิ่งเจือปนอยู่ด้วย เช่น เศษไม้และก้อนหินเล็กๆ เมื่อนำมาผสมกับทรายและปูนแล้วนำเข้าเครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน พบปัญหาว่าก้อนอิฐบล็อกประสานที่ได้มีความหนาแน่นน้อยแตกหักง่าย ผิวก้อนอิฐบล็อกประสานไม่เรียบสวยงาม นอกจากนี้ยังพบปัญหาขาดแคลนแรงงานคนในการผลิตและเวลาในการผลิตที่นานทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวความคิดเห็นที่จะนำเครื่องสกรูลำเลียงดิน เครื่องย่อยดิน เครื่องคัดขนาดดิน เครื่องผสมดิน เครื่องสายพานลำเลียงและเครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน มาวางเป็นระบบการผลิตอิฐบล็อกประสานที่ครบวงจร เพื่อประหยัดต้นทุนที่เกิดจากแรงงานและลดเวลาในการผลิต อีกทั้งเพื่อให้ได้ส่วนผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานให้มีความสมบูรณ์ ความแข็งแรง และทนทานมากยิ่งขึ้น การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดดินเพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานที่สร้างขึ้นนี้เป็นการนำความรู้ ทักษะวิชาชีพ และอื่นๆ ที่ได้ศึกษาตามหลักสูตร นำมาบูรณาการเพื่อพัฒนานวัตกรรมให้ดียิ่งขึ้น

^[2-5] ตลอดจนสามารถนำเครื่องคัดขนาดดินมาประยุกต์ใช้งานได้จริงและใช้เป็นแนวทางในการประกอบอาชีพได้ในอนาคตต่อไป

2. วิธีการวิจัย

2.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องคัดขนาดดินเพื่อลดการแตกหักในการผลิตอิฐบล็อกประสาน โดยได้ทำการออกแบบเครื่องคัดขนาดดินมีขนาดความกว้าง 700 มิลลิเมตร ขนาดความยาว 1,300 มิลลิเมตร ขนาดความสูง 650 มิลลิเมตร โดยขนาดที่ออกแบบสามารถรองรับกับขนาดของเครื่องตีดิน ใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า กระแสไฟฟ้า 380 โวลต์ เป็นตัวส่งถ่ายกำลังไปยังชุดขับเคลื่อนระยะชักชุดตะแกรงคัดขนาดดินทำให้ชุดตะแกรงคัดขนาดดินเคลื่อนที่เพื่อที่จะได้ดินตามขนาดที่ต้องการไปสู่กระบวนการผสม ดังรูปที่ 1

2.2 การศึกษาอัตราส่วนการนำเข้ดินลูกรังขณะผ่านช่องปล่อยดินที่มีความกว้างxความยาวในหน่วยเซนติเมตร 3 ระดับ ได้แก่ 0.5x45, 1x45 และ 2x22.5 คิดเป็นพื้นที่ 22.5, 45 และ 90 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ โดยทดสอบอัตรานำเข้ดินลูกรังที่มีผลต่อปริมาณดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ดีที่สุด และการศึกษาอัตราส่วนดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ ผ่านตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร โดยมีวิธีการทดลอง ดังนี้

1) การเตรียมวัตถุดิบในการคัดขนาดดินเพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ได้แก่ ดินลูกรังที่ผ่านการย่อยดินมาแล้วโดยนำวัตถุดิบที่เตรียมมาทำการทดลองและเก็บข้อมูล

2) นำดินลูกรังที่ผ่านการย่อยดินจากเครื่องย่อยดินลงมาที่ช่องใส่ดินเพื่อให้เครื่องคัดขนาดดินและทำการคัดขนาดดินต่อไป

3) เมื่อนำดินลูกรังใส่ลงช่องใส่ดินเรียบร้อยแล้วจากนั้นก็ทำการเปิดเครื่องคัดขนาดดิน

4) ทำการโยกคันโยกลิ้นชักของช่องปล่อยดินให้เหมาะสมกับกำลังของเครื่องคัดขนาดดิน ซึ่งปรับได้ 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ขนาด 22.5 ตารางเซนติเมตร ระดับ

ที่ 2 ขนาด 45 ตารางเซนติเมตร และระดับที่ 3 ขนาด 90 ตารางเซนติเมตร

5) เมื่อนำดินลงในช่องปล่อยดินแล้ว เครื่องก็จะทำการคัดขนาดดินที่มาจากเครื่องย่อยดินเครื่องคัดขนาดดินมีทางออก 2 ช่องทาง คือ ช่องที่ 1 ช่องทางดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้และช่องที่ 2 ช่องทางดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้

6) ดินที่ผ่านการคัดขนาดจากเครื่องคัดขนาดดิน ผ่านรูตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร จากรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่า ภาชนะที่ 1 นั้นจะเป็นดินที่สามารถนำไปผลิตเป็นอิฐบล็อกประสานได้ สำหรับภาชนะที่ 2 นั้นจะเป็นหินและมีขนาดใหญ่กว่า 3 มิลลิเมตร ไม่สามารถนำไปผลิตเป็นอิฐบล็อกประสานได้ ซึ่งน้ำหนักของดินที่ได้ทั้ง 2 ส่วน

3. ผลการวิจัย

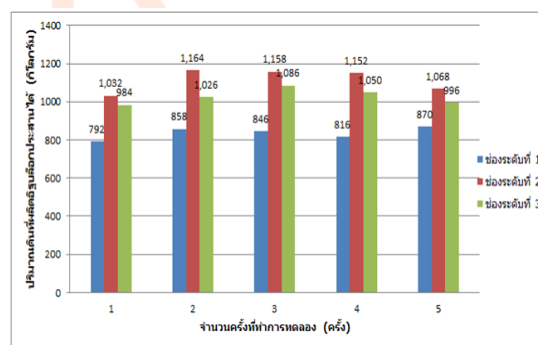
จากการออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดดิน เพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องคัดขนาดดิน โดยการนำดินลูกรังที่ผ่านเครื่องย่อยดินมาทำการทดลอง 2 ขั้นตอน คือ การศึกษาอัตราการนำเข้าน้ำดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดินและการศึกษาปริมาณดินที่ผ่านการคัดขนาดด้วยเครื่องคัดขนาดดิน ใช้อัตราความเร็วรอบที่ 204 รอบต่อนาที ผ่านรูตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร ให้ผลการทดลองดังนี้

3.1 การศึกษาอัตราการนำดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดิน การศึกษาอัตราการนำดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดินด้วยเครื่องขนาดดิน เพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน พบว่าอัตราการนำดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดิน โดยผ่านช่องปล่อยดิน

3 ระดับ ในระดับที่ 1 ขนาด 22.5 ตารางเซนติเมตร ให้อัตราการนำเข้าน้ำดินเฉลี่ยที่ 996 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ระดับที่ 2 ขนาด 45 ตารางเซนติเมตร ให้อัตราการนำเข้าน้ำดินเฉลี่ยที่ 1,299.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และในระดับที่ 3 ขนาด 90 ตารางเซนติเมตร ได้อัตราการนำเข้าน้ำดินเฉลี่ยที่ 1,453.2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยอัตราการนำเข้าน้ำดินเฉลี่ยในระดับที่ 3 ขนาด 90 ตารางเซนติเมตร ให้ค่าสูงสุดแสดงดังตารางที่ 1



รูปที่ 2 เครื่องคัดขนาดกำลังทำการคัดขนาดดิน



รูปที่ 3 ปริมาณดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้

ตารางที่ 1 อัตราการนำดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดิน

ครั้งที่	ขนาดช่องปล่อยดิน (ตารางเซนติเมตร)		
	22.5	45	90
1	966	1,188	1,488
2	1,032	1,356	1,428
3	990	1,362	1,476
4	954	1,338	1,476
5	1,038	1,254	1,398
ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	996	1,299.6	1,453.2

ตารางที่ 2 ปริมาณดินลูกรังที่ผ่านการคัดขนาดดิน ในอัตราส่วนดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้

ครั้งที่	ขนาดช่องปล่อยดิน (ตารางเซนติเมตร)					
	22.5		45		90	
	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
1	792	174	1,032	156	984	504
2	858	174	1,164	192	1,026	402
3	846	144	1,158	204	1,086	390
4	816	138	1,152	186	1,050	426
5	870	168	1,068	186	996	402
ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	836.4	140.4	1,114.8	184.8	1,028.4	424.8

ตารางที่ 3 ร้อยละดินลูกรังที่ผ่านการคัดขนาดในอัตราส่วนดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้

ครั้งที่	ขนาดช่องปล่อยดิน (ตารางเซนติเมตร)					
	22.5		45		90	
	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
1	81	19	87	13	71	29
2	83	17	86	14	71	29
3	85	15	85	15	74	26
4	85	15	86	14	72	28
5	84	16	85	15	72	28
ค่าเฉลี่ย (%)	84	16	86	14	72	28

3.2 การศึกษาปริมาณดินลูกรังที่ผ่านการคัด

ขนาด การศึกษาปริมาณดินลูกรังที่ผ่านการคัดขนาดโดยผ่านช่องป๋อ่อยดินเพื่อหาอัตราส่วนดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ แสดงดังตารางที่ 2 พบว่าปริมาณดินลูกรังที่ผ่านการคัดขนาดโดยดินผ่านช่องป๋อ่อยดิน 3 ระดับ คือ ในระดับที่ 1 ขนาด 22.5 ตารางเซนติเมตร ได้ดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ เฉลี่ยที่ 836.4 กิโลกรัมต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ เฉลี่ยที่ 140.4 กิโลกรัมในระดับที่ 2 ขนาด 45 ตารางเซนติเมตร ได้ดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ เฉลี่ยที่ 1,114.8 กิโลกรัมต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ เฉลี่ยที่ 184.8 กิโลกรัม และในระดับที่ 3 ขนาด 90 ตารางเซนติเมตร ได้ดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ เฉลี่ยที่ 1,028.4 กิโลกรัมต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ เฉลี่ยที่ 424.8 กิโลกรัม จากตารางที่ 3 การทดลองหาปริมาณดินลูกรังที่ผ่านการคัดขนาดในอัตราส่วนดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ที่คิดเป็นร้อยละ พบว่าดินที่ผ่านช่องป๋อ่อยดิน 3 ระดับ คือ ในระดับที่ 1 ขนาด 22.5 ตารางเซนติเมตร ได้ดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ เฉลี่ยที่ร้อยละ 84 ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ เฉลี่ยที่ร้อยละ 16 ในระดับที่ 2 ขนาด 45 ตารางเซนติเมตร ได้ดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ เฉลี่ยที่ร้อยละ 86 ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ เฉลี่ยที่ร้อยละ 14 และในระดับที่ 3 ขนาด 90 ตารางเซนติเมตร ได้ดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ เฉลี่ยร้อยละ 72 ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ เฉลี่ยร้อยละ 28 แสดงดังรูปที่ 3 ปริมาณดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้ พบว่าที่ระดับที่ 1 มีปริมาณดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่ำที่สุด เฉลี่ยที่ 836.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ระดับที่ 2 มีปริมาณดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้สูงที่สุด เฉลี่ยที่ 1,114.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และระดับที่ 3 มีปริมาณดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้ระดับปานกลาง เฉลี่ยที่ 1,028.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

อัตราการนำดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดินผ่านช่องป๋อ่อยดิน 3 ระดับมีผลต่อการคัดแยกดินลูกรังที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสาน โดยขนาดของช่องป๋อ่อยดินในระดับที่ 3 ขนาด 90 ตารางเซนติเมตร ให้ค่าอัตราการนำเข้าดินเฉลี่ยสูงสุดที่ 1,453.2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เนื่องจากมีช่องนำเข้าดินที่มีขนาดกว้างกว่าจึงสามารถนำเข้าดินได้มากกว่าช่องนำเข้าดินที่มีขนาดเล็ก แต่พบว่ามีกรณีช่องนำเข้าดินขนาดใหญ่ให้ปริมาณดินที่ไม่สามารถผลิตอิฐประสานได้ในร้อยละที่สูงกว่าขนาดของช่องป๋อ่อยดินขนาดเล็กคือ ในระดับที่ 2 ขนาด 45 ตารางเซนติเมตร ที่ให้ปริมาณดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้สูงที่สุด เฉลี่ยที่ 1,114.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เนื่องจากตะแกรงร้อนไม่สามารถร่อนดินที่มีปริมาณมากได้ทัน ดังนั้นอาจแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นนี้โดยการปรับความลาดเอียงของช่องป๋อ่อยดิน การปรับความเร็วรอบให้เหมาะสม และอาจสร้างตะแกรงร่อนดินเพิ่มอีก 1 ชั้นให้มีรูตะแกรงขนาดใหญ่ขึ้น

สรุป

อัตราการนำเข้าของดินลูกรังที่มีผลต่อการคัดขนาดดินลูกรังที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานจากช่องป๋อ่อยดินระดับที่ 2 ขนาด 45 ตารางเซนติเมตร ให้อัตราการนำเข้าของดินลูกรังเฉลี่ยที่ 1,299.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีอัตราส่วนดินลูกรังที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่อดินลูกรังที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ เฉลี่ยที่ 1,114.8 : 184.8 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 86 : 14 ซึ่งเป็นอัตราการนำเข้าที่ดีและให้อัตราส่วนดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับช่องป๋อ่อยดินระดับที่ 1 และระดับที่ 3

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] จิรศักดิ์ เพ็ชรวิภาค, ตำนานบล็อกดินซีเมนต์และบล็อกประสาน วว. ตอนที่ 2, กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2556: 57-60.
- [2] บรรเลง ศรีนิล และประเสริฐ กวีสมนบูรณ์, ตารางโลหะ, กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543: 392 หน้า.
- [3] พรชัย จงจิตรไพศาล, กลศาสตร์การสันสะเทือน, กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2547: 242 หน้า.
- [4] พรทิพย์ เรืองธรรม, ทฤษฎีการออกแบบ (Design Theory), มหาสารคาม: อินทนิล, 2556: 104 หน้า.
- [5] วรวิทย์ อังภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน, การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 2, กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2548: 360 หน้า.
- [6] บุญธรรม ภัทราจารุกุล, ชิ้นส่วนเครื่องกล, กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2555: 344 หน้า.
- [7] วิทยา พรหมพฤกษ์ และ ณัฐพงษ์ แกมทับทิม, การออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกกลีบกระเทียมแบบแกนพลาสม่าเหวี่ยงแกนนอน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก, 2553: 50 หน้า.
- [8] วินิต ชินสุวรรณ, ณรงค์ ปัญญา และศรีสมร ทวีโชคชาญชัย, การศึกษาปัจจัยสำหรับออกแบบเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือกหอมมะลิใน

ระดับกลุ่มเกษตรกร, วารสารวิจัย มข., 2541: 19-30.

- [9] เขาวลิต สกัต และสุพจน์ พะสุ, เครื่องร่อนมูลไส้เดือนดิน, ปรินญาณพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาควิชาพืชเชิงใหม่, 2554: 551 หน้า.
- [10] ผดุงศักดิ์ วานิชชัง, ใจทิพย์ วานิชชัง และเพ็ญขวัญ วานิชชัง, การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ข้าว, วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ, 2556: 167-173.
- [11] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทร สืบคำ และ ประพัฒน์ ทองจันทร์, การออกแบบและพัฒนาเครื่องนวดและคัดแยกเมล็ดพันธุ์ฝักรั้ว, รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2555: 43 หน้า.