



รายงานการวิจัย

การพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบเจาะหลุมสี่เหลี่ยม

Innovative development of prototype drilling machine square hole

เอราวัณ ชาญพหล และคณะ
สาขาวิชาเอกเทคโนโลยีการผลิต
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2565

สัญญาเลขที่ 65A145000013

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบเจาะหลุมสี่เหลี่ยม

Innovative development of prototype drilling machine square hole

เอรวิณ ขาญพหล

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

นริศว์ รัตนัย

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

งบประมาณสนับสนุนทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2565

(ก)

ชื่องานวิจัย	การพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบเจาะหลุมสี่เหลี่ยม
ผู้วิจัย	เฮอร์วีน ชาญพหล
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	นรินทร์ รัตนวัย
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการผลิต
	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2565

บทคัดย่อ

โครงการชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของกระบวนการสร้างเครื่องต้นแบบเจาะหลุมสี่เหลี่ยมโดยการเพิ่มหัวเจาะจากเดิม 1 หัวเจาะ เป็น 5 หัวเจาะ เพื่อได้อุปกรณ์ต้นแบบในการเจาะหลุมสี่เหลี่ยมที่ช่วยแก้ไขปัญหาในชุมชนท้องถิ่น และสอดคล้องกับปรัชญาและพันธกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อีกทั้งยังได้เทคโนโลยีอุปกรณ์ต้นแบบในการเจาะหลุมสี่เหลี่ยมและเกษตรกรที่ใกล้เคียงสามารถนำไปใช้งานได้และลดระยะเวลาและแรงงานในการขุดหลุม

คำสำคัญ : นวัตกรรม, เสาวรส, เครื่องต้นแบบ

Title	Design and Fabrication for Jerusalem artichoke Machine.
Author	Arawan Chanpahon
Co-Researcher	Narat Rattanawai
Branch	Production Technology Phetchabun Rajabhat University 2022

Abstract

This project aims to the Studies and Development for create a machine Prototype machine of drilling squares By adding the drill head from the original 1 drill head to 5 drill heads to get a prototype device to drill a rectangular hole that helps solve problems in the local community And in accordance with the philosophy and mission of Phetchabun Rajabhat University In addition. The prototype device technology for drilling square holes and nearby farmers can be used and reduced the time and labor of digging holes because of the change to drill.

Keywords: Innovation, Passion Fruit, Prototype

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรส อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

เราวัณ ชาญพหล และคณะ

พฤษภาคม 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ดิน.....	4
2.2 คุณสมบัติกายภาพของดิน.....	5
2.3 โครงสร้างของดิน	6
2.4 วัสดุที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องเจาะหลุม	7
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	21
3.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องเจาะหลุม	21
3.2 การสร้างเครื่องเจาะหลุมและวิธีการดำเนินการ	22
3.3 การทดลองเครื่องเจาะหลุมแบบ 5 หัว.....	28
3.3 การทดสอบเพื่อหาชนิดดินที่เหมาะสมกับเครื่องเจาะ	29

(จ)

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4	ผลการวิจัย.....	31
4.1	ผลการวัดประสิทธิภาพของเครื่องเจาะหลุมแบบสี่เหลี่ยม	31
4.2	ผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องเจาะหลุมแบบสี่เหลี่ยม	34
บทที่ 5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	36
5.1	สรุปผล.....	36
5.2	ปัญหาและข้อเสนอแนะ	36
บรรณานุกรม		38
ภาคผนวก		39
	ภาคผนวก ก ภาพเครื่องเจาะหลุมและลักษณะการเจาะ	40
	ภาคผนวก ข ภาพเครื่องเจาะหลุมและลักษณะการเจาะ	42
ประวัติคณะผู้วิจัย.....		46

(ก)

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 ตารางเก็บข้อมูลด้านประสิทธิภาพในการเจาะที่เหมาะสมชนิดดินลูกรัง	29
3-2 ตารางเก็บข้อมูลด้านประสิทธิภาพในการเจาะที่เหมาะสมชนิดดินร่วน	29
3-3 ตารางเก็บข้อมูลด้านประสิทธิภาพการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องเจาะหลุม	30
4-1 ผลข้อมูลด้านประสิทธิภาพในการเจาะที่เหมาะสมชนิด ดินลูกรัง	31
4-2 ผลข้อมูลด้านประสิทธิภาพในการเจาะที่เหมาะสมชนิดดินร่วน	31
4-3 ผลข้อมูลด้านประสิทธิภาพการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องเจาะหลุม	32
4-4 ผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องเจาะหลุมแบบสี่เหลี่ยม	34

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ชนิดของเนื้อดิน	5
2-2 เพื่องตรง.....	7
2-3 เพื่องคอกจอกแบบตรง.....	9
2-4 เพื่องคอกจอกแบบ โค้ง.....	9
2-5 ตลับลูกปืนกลมร่องลึก.....	10
2-6 ตลับลูกปืนกลมสัมผัสเชิงมุม	10
2-7 ตลับลูกปืนกลมสัมผัสเชิงมุมแถวเดียวสำหรับประกบ.....	11
2-8 ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถว	11
2-9 ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก.....	12
2-10 เหล็กแผ่นแบบหนา.....	13
2-11 เหล็กท่อกลมดำ.....	13
2-12 เหล็กเพลลาขาว	14
2-13 ใบสกรูแบบใบเต้มระยะพิตมาตรฐาน	15
2-14 ใบสกรูแบบใบเต้มระยะพิตครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางใบ	16
2-15 ใบสกรูแบบใบเต้มระยะพิตสั้น	16
2-16 ใบสกรูแบบใบเต้มระยะพิตยาว	17
2-17 ใบสกรูแบบใบเต้มระยะพิตขยาย	17
2-18 ใบสกรูแบบที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นเป็นช่วง ๆ	18
2-19 ใบสกรูแบบใบเรียวยระยะพิตมาตรฐาน	18
2-20 ใบสกรูแบบใบเต้ม 2 ชั้น ระยะพิตมาตรฐาน.....	18
2-21 ใบสกรูแบบระยะพิตสั้นสองชั้น	19
3-1 แบบเครื่องเจาะหลุม 5 หัวเจาะ.....	21
3-2 แสดงภาพกล่องของเครื่องเจาะ	22
3-3 แสดงภาพเบ้าลูกปืนของเครื่องเจาะ	22
3-4 แสดงภาพเพลายึดไวยึดหัวเจาะและระบบเพื่อง	23

(ซ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-5 แสดงภาพหัวเจาะที่รอใส่ใบเกลียว	24
3-6 แสดงภาพของหัวเจาะ	24
3-7 แสดงภาพระบบเฟือง (ด้านใน).....	25
3-8 แสดงภาพระบบเฟือง (ด้านนอก).....	25
3-9 แสดงภาพของกล่องกลไกของเครื่องเจาะหลุม	26
3-10 แสดงภาพที่นำชุด 5 หัวเจาะมาประกอบตัวขับเคลื่อน	26
3-11 แสดงภาพตัดขาดตัวขับเคลื่อน	27
3-12 แสดงภาพหลังตัดขาด.....	27
3-13 แสดงภาพเครื่องเจาะดินแบบ 5 หัว	28
4-1 ลักษณะดินหลังการเจาะ	33
4-2 พื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง	33

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เสาวรสเป็นพืชชนิดหนึ่งที่ปลูกมากในจังหวัดเพชรบูรณ์โดยเฉพาะอำเภอเขาค้อ เมื่อเปรียบเทียบกับทั้งประเทศแล้วมีการปลูกเสาวรสเป็นอันดับ 1 ของประเทศไทย โดยมีเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรส 353 ราย พื้นที่ปลูก 3,770 ไร่ มีผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ 3,415,950 กิโลกรัมต่อปี ราคาที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ย 12.09 บาทต่อกิโลกรัม (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) โดยพื้นที่ปลูกเสาวรสในจังหวัดเพชรบูรณ์ทั้งหมดอยู่ที่อำเภอเขาค้อ โดยมีพื้นที่ในการปลูกเสาวรสที่ตำบลหนองแม่นามากที่สุด รองลงมาคือ ตำบลริมสีม่วง, ตำบลทุ่งสมอ, ตำบลสะเดาะพง, ตำบลแกมปัสสน, ตำบลเขาค้อ ตามลำดับ (สำนักงานเกษตรอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์) จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรส พบว่า เกษตรกรนิยมปลูกเสาวรสมากที่สุด เพราะ ตลาดมีความต้องการมากและ ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวสั้น แต่ประสบปัญหาคือ การเตรียมหลุมเพื่อฝังเสาทำค้างเสาวรสต้องมีความแข็งแรง เนื่องจากภูมิประเทศและแรงลมบนภูเขาทำให้พัดเสาค้างเสาวรสล้มลงทำให้เสาวรสเกิดความเสียหาย

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นคณะผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาค้นคว้าเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเจาะดินแบบสี่เหลี่ยมเพื่อฝังเสาทำค้างเสาวรส และหลุมปลูกเสาวรส ที่สามารถช่วยลดแรงงานคน(ปัจจุบันแรงงานคนในพื้นที่ก็ขาดแคลน) และระยะเวลาในการเตรียมพื้นที่ในการปลูกเสาวรส เหมาะสมกับสภาพดิน ขนาดความกว้างลึกของหลุม พื้นที่เพาะปลูก และตรงกับความต้องการของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรสในพื้นที่อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.2 วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างนวัตกรรมเครื่องต้นแบบเจาะดินแบบสี่เหลี่ยม

1.2.2 เพื่อทดสอบสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมเครื่องต้นแบบเจาะดินแบบสี่เหลี่ยม

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 ศึกษาข้อมูล ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรส อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.2 พัฒนาและออกแบบนวัตกรรมเครื่องต้นแบบเจาะหลุมแบบสปีเหยี่ยม

1.3.3 ทำการสร้างนวัตกรรมเครื่องต้นแบบเจาะหลุมแบบสปีเหยี่ยม ที่ได้พัฒนาออกแบบขึ้นมา

1.3.4 ทดสอบการใช้งาน และวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งหาทางแก้ไข และทำการปรับปรุงให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.5 สรุปและรายงานผล

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย

1) พื้นที่ในการวิจัยเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้นวัตกรรมเครื่องต้นแบบเจาะหลุมแบบสปีเหยี่ยม ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรส อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

2) พื้นที่ในการทำวิจัยเพื่อออกแบบและสร้างนวัตกรรมเครื่องต้นแบบเจาะหลุมแบบสปีเหยี่ยมและทดสอบสมรรถนะ ได้แก่ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรส อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

3) พื้นที่ในการวิจัยเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรส อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ระยะที่ 1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระยะที่ 2 ออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบเจาะหลุมแบบสปีเหยี่ยม

ระยะที่ 3 ประเมินความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรส อำเภอเขาค้อ

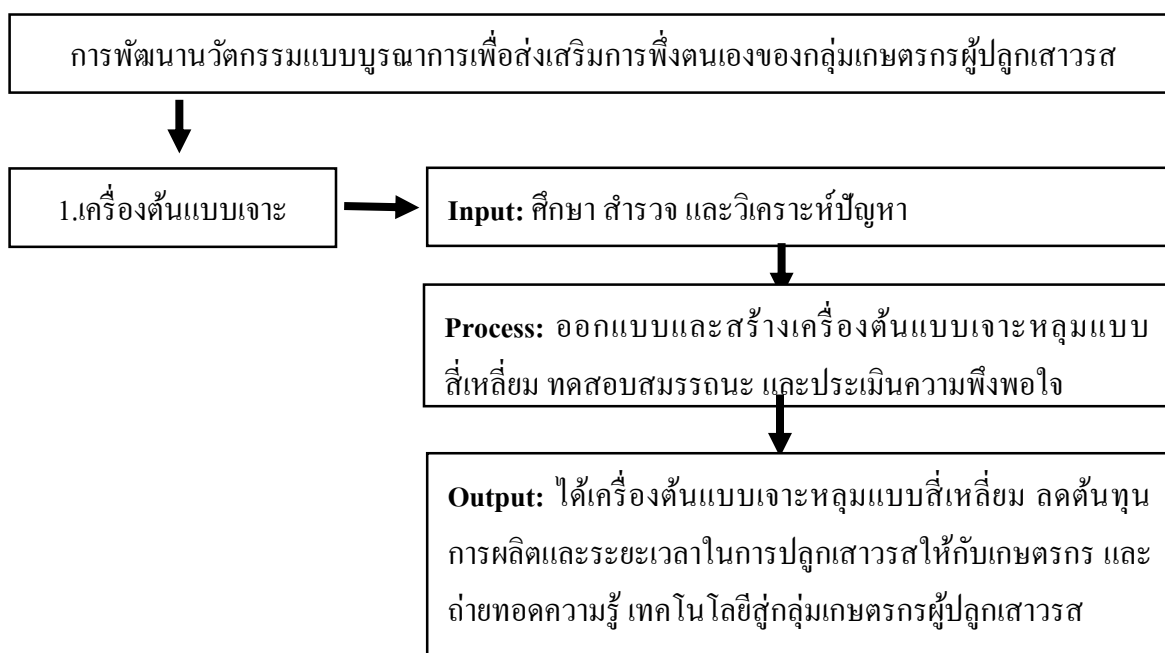
ระยะที่ 4 ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี

1.4.3 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรส อำเภอเขาค้อ

1.5 ทฤษฎี ฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการ

แนวคิดการพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบเจาะหลุมแบบสี่เหลี่ยม การเจาะหลุมเสาเพื่อทำค้ำเสาوارสนั้นต้องใช้แรงงานคนเป็นอย่างมากซึ่งนวัตกรรมนี้สามารถช่วยในการขุดหลุมทำค้ำเสาوارสปลุกต้นเสาوارส และยังสามารถประยุกต์ใช้ในการขุดหลุมในการทำการเกษตรอื่นๆ ซึ่งเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเขาค้อได้เพาะปลูกพืชหลายชนิด โดยนวัตกรรมเครื่องต้นแบบเจาะหลุมแบบสี่เหลี่ยมสามารถลดเวลาในการทำงานและลดความเมื่อยล้าจากการทำงาน แก้ไขปัญหาของชุมชนและสังคมในพื้นที่ได้เพื่อส่งเสริมการพึ่งตนเองของเกษตรกร อำเภอเขาค้ออย่างยั่งยืน



1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้พัฒนานตนเองในด้านวิชาการในการสร้างนวัตกรรมเครื่องต้นแบบเจาะหลุมแบบสี่เหลี่ยม
- 1.6.2 ได้เครื่องต้นแบบเจาะหลุมแบบสี่เหลี่ยมที่ช่วยแก้ไขปัญหในชุมชนท้องถิ่น สอดคล้องกับปรัชญาและพันธกิจของมหาวิทยาลัย
- 1.6.3 กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกเสาوارสสามารถลดเวลาในการขุดหลุม และยังสามารถประยุกต์ใช้งานในการขุดหลุมในลักษณะงานที่ใกล้เคียงกันได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการเพาะปลูกทั่วไปแต่เดิมจะขุดหลุมด้วยจอบหรือเสียมและใช้แรงงานคนซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีที่เสียเวลาและสิ้นเปลืองแรงงาน จึงมีความคิดว่าควรสร้างเครื่องต้นแบบเจาะหลุมสี่เหลี่ยม สำหรับปลูกต้นไม้ขึ้นมา เพื่อเป็นเครื่องมือทุ่นแรงและช่วยลดการเกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพทั้งช่วยลดต้นทุนและเวลาให้กับเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง

2.1 ดิน

วัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการสลายตัวทางกายภาพ และทางเคมีของหินและแร่ รวมกับสารอินทรีย์ ที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์เป็นผิวชั้นบนที่ห่อหุ้ม โลก ซึ่งดินจะมีลักษณะและคุณสมบัติต่างกันไปในที่ต่างๆตามสภาพภูมิอากาศภูมิประเทศวัตถุดิบกำเนิดสิ่งมีชีวิตและระยะเวลาการสร้างตัวของดิน

2.1.1 ประเภทของดิน

1) ดินลูกรัง เป็นดินที่มีศักยภาพในการเกษตรต่ำ เนื่องจากดินชั้นล่างแน่นทึบเป็นอุปสรรคต่อการซึมน้ำของรากพืช ทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต นอกจากนี้ดินที่มีกรวดปนมากเป็นดินที่ขาดความชุ่มชื้นได้ง่าย และปัญหาอีกอย่างหนึ่งคือ มีข้อจำกัดในการเลือกชนิดของพืชปลูก โดยเฉพาะไม้ยืนต้นและไม้ผล จำเป็นต้องจัดการเป็นพิเศษ ในการเตรียมหลุมปลูก การปลูกพืชติดต่อกันในดินนี้จะทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากหน้าดินมักเกิดการกร่อนได้ง่าย

2) ดินร่วน เป็นดินที่เนื้อดินค่อนข้างละเอียดนุ่มมือในสภาพดินแห้งจะจับกันเป็นก้อนแข็งพอประมาณ ในสภาพดินชื้นจะยุ่ยหยุ่นได้บ้าง เมื่อสัมผัสหรือคลึงดินจะรู้สึกนุ่มมือแต่อาจจะรู้สึกซากมืออยู่บ้างเล็กน้อย เมื่อกำดินให้แน่นในฝ่ามือแล้วคลายมือออก ดินจะจับกันเป็นก้อนไม่แตกออกจากกัน เป็นดินที่มีการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จัดเป็นเนื้อดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก

2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของดิน

คุณสมบัติทางกายภาพของดิน หมายถึง คุณสมบัติของดินที่เป็นสิ่งซึ่งเราสามารถตรวจสอบได้ด้วยการแลเห็น หรือจับต้องได้ เช่น เนื้อดิน ความโปร่งหรือแน่นทึบของดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และสีของดิน เป็นต้น คุณสมบัติของดินเหล่านี้ บางครั้งเราเรียกว่า คุณสมบัติทางฟิสิกส์ จะขอกล่าวเพียงสองประการเท่านั้นคือ เนื้อดิน และ โครงสร้างของดิน

2.2.1 เนื้อดิน

คุณสมบัติที่เรียกว่า เนื้อดินนั้น ได้แก่ ความเหนียว ความหยาบ หรือละเอียดของดิน ที่เรามีความรู้สึก เมื่อเราหยิบเอาดินที่เปียกพอหมาดๆ ขึ้นมา บีบด้วยนิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้ ความรู้สึกที่เกิดขึ้นว่า ดินบางก้อนเหนียว บางก้อนหยาบ และซากมือนั้น เนื่องจากอนุภาคของแร่หรืออนินทรียสารที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในดินนั้น มีขนาดต่างกัน อยู่ร่วมกัน ทั้งหยาบและละเอียด เป็นปริมาณสัดส่วนแตกต่างกันออกไปในแต่ละเนื้อดิน เนื้อดินมีอยู่ทั้งหมด 12 ชนิด แต่ก็สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มเนื้อดินได้ 4 กลุ่ม ดังแสดงดังภาพที่ 2-1

ชนิดเนื้อดิน	กลุ่มเนื้อดิน
๑. ดินเหนียว ๒. ดินเหนียวปนทราย ๓. ดินเหนียวปนตะกอน	กลุ่มดินเหนียวที่มีอนุภาคดินเหนียวตั้งแต่ ๔๐% ขึ้นไป
๔. ดินร่วนปนดินเหนียว ๕. ดินร่วนเหนียวปนตะกอน ๖. ดินร่วนเหนียวปนทราย	กลุ่มดินค่อนข้างเหนียวหรือดินร่วนเหนียวที่มีอนุภาคดินเหนียวระหว่าง ๒๐-๔๐%
๗. ดินร่วน ๘. ดินร่วนปนตะกอน ๙. ดินตะกอน	กลุ่มดินร่วน มีอนุภาคดินเหนียวต่ำกว่า ๓๐%
๑๐. ดินร่วนปนทราย ๑๑. ดินทรายปนดินร่วน ๑๒. ดินทราย	กลุ่มดินทราย มีอนุภาคดินเหนียวต่ำกว่า ๒๐% มีอนุภาคทรายมากกว่า ๔๐% ขึ้นไป

ภาพที่ 2-1 ชนิดของเนื้อดิน

2.3 โครงสร้างของดิน

เป็นคุณสมบัติของดิน ที่เกิดจากสภาพที่อนุภาคของดินที่เกาะกันเป็นก้อนหรือเม็ดดิน มีขนาดต่างๆ อยู่รวมกันอย่างหลวมๆ ตามธรรมชาติ ทำให้ดินมีสภาพโปร่ง ไม่แน่นทึบ ดินทราย และดินเหนียว ถ้ามีโครงสร้างที่เหมาะสม ก็จะสามารถเปลี่ยนสภาพความโปร่ง และความแน่นทึบ อันเป็นคุณสมบัติเดิมของเนื้อดินนั้นได้ เช่น ดินเหนียว คุณสมบัติเดิมคือ เหนียวและแน่นทึบ ถ้าเราใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปนานๆ เข้า โครงสร้างที่ดีก็จะเกิดขึ้น ซึ่งมีผลให้ดินนั้น มีคุณสมบัติโปร่ง ไถพรวนง่ายขึ้น เพราะดินจะฟูขึ้นมา เนื่องจากอนุภาคดินเหนียวจะจับเกาะกันเป็นเม็ดดินก้อนเล็กๆ อยู่รวมกันอย่างหลวมๆ เช่นเดียวกับดินทราย คุณสมบัติเดิมที่โปร่งเกินไป เมื่อใช้ปุ๋ยคอกใส่ลงไปนานๆ เข้า ดินจะมีโครงสร้างที่เหมาะสม กล่าวคือ อนุภาคทรายที่อยู่อย่างหลวมๆ จะจับเกาะกันเป็นก้อนดินเล็กๆ ที่แน่นทึบขึ้น ลดความโปร่งลง อุดมแน่นขึ้น การไถพรวนก็ยังง่ายและสะดวกเหมือนเดิม ดังนั้นโครงสร้างของดินเปลี่ยนแปลงได้ กล่าวคือ เราทำให้เกิดขึ้น หรือให้หมดสภาพไปได้ ส่วนเนื้อดินนั้น เราเปลี่ยนแปลงได้ยาก โดยเฉพาะในสภาพไร่นาดินผสม ปลุกดันไม้ในกระถางเท่านั้น ที่เราสามารถเปลี่ยนแปลงชนิดของเนื้อดินได้

ลักษณะโครงสร้างที่ดีของดินก็ได้แก่ สภาพที่เม็ดดินเกาะกันเป็นก้อนเล็กๆ ขนาดเท่าหัวไม้ขีดบ้าง เล็กกว่าบ้าง หรืออาจจะโตกว่าบ้างเล็กน้อย อยู่รวมกันอย่างหลวมๆ ตลอดชั้นของหน้าดินลึกประมาณ 15-20 ซม. (ดินพื้นผิว) เม็ดดินเหล่านี้ จะมีความคงทนพอสมควรต่อแรงกระแทกของน้ำฝน หรือการไถพรวน แต่ถ้ามีการไถพรวนปลูกพืชเป็นเวลานาน ประกอบกับไม่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มเติมลงไป ในดินเลย โครงสร้างดังกล่าวจะสลายตัว และหมดสภาพไป พวกดินเหนียวก็จะกลับแน่นทึบ และแข็งเมื่อแห้ง ส่วนพวกดินทรายก็จะอุดมน้ำได้น้อยลง ดินจะโปร่งและแห้งเร็วจนเกินไป

เม็ดดินที่ประกอบกันเป็นโครงสร้างที่ดีนี้ ส่วนใหญ่เกิดจากอินทรีย์วัตถุในดินเป็นตัวเชื่อม อนุภาคดินเหนียว ดินตะกอน และทรายเข้าด้วยกัน เป็นเม็ดดินก้อนเล็กๆ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไป ในดินเสมอๆ จึงส่งเสริมให้เกิดสภาพโครงสร้างที่ดีดังกล่าว เมื่ออินทรีย์วัตถุในดินหมดไป โครงสร้างที่ดีของดินก็จะหมดสภาพไปด้วย การใช้ปุ๋ยเคมี จะไม่มีผลในการช่วยทำให้เกิดโครงสร้างที่ดีแต่อย่างใด ดังนั้นดินที่เป็นทรายจัด หรือดินเหนียว ซึ่งแต่เดิมมีโครงสร้างที่ดี ถ้ากลิ้งใช้แต่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ถึงแม้พืชจะเติบโตได้ดีมีผลผลิตสูงในระยะแรกแต่เนิ่นๆ เข้าอินทรีย์วัตถุในดินจะค่อยๆ หมดไป โครงสร้างที่ดีของดินก็จะหมดสภาพไปด้วย การที่มีผู้กล่าวว่า หากใช้ปุ๋ยเคมีแล้วทำให้ดินเสีย นั่นด้วย ความจริงก็คงจะด้วยเหตุผลที่ว่า เมื่อโครงสร้างที่ดีของดินเสื่อมสภาพลง

ดังนั้นคือ ดินเหนียวก็จะแน่นทึบ ส่วนดินทรายก็จะโปร่งซุยมากเกินไป แม้จะใส่ปุ๋ยเคมีลงไป พืชก็จะไม่เติบโตดีเหมือนเช่นเคย ในสภาพเช่นนี้รากของพืชจะเติบโตช้า ดึงดูดปุ๋ยและน้ำในดินไปใช้ได้ น้อยลง การที่กลไกพรวนดินปลูกพืชติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน โดยไม่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์บ้างเลย โครงสร้างที่ดีของดินจะหมดสภาพไป ดินก็จะแน่นทึบได้ในที่สุด ดินที่แน่นทึบ หรือมีโครงสร้างไม่ดี แม้จะใส่ปุ๋ยเคมีมากเท่าใด พืชก็จะไม่เติบโตดีเท่าที่ควร ดังนั้น การใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องหลัก คือ การใช้ปุ๋ยเคมี และ ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกัน จึงจะเป็นผลดีต่อดิน และต่อพืชที่ปลูกมากที่สุด

2.3.1 ดินชั้นบนและดินชั้นล่าง

1) ดินชั้นบน เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีแร่ธาตุหลายชนิดและมีซากพืชซากสัตว์เน่าเปื่อย ที่พืชต้องการทับถมกันอยู่มาก ลักษณะของเนื้อดินเป็นสีน้ำตาลเข้มถึงดินหยาบ หรือเม็ดดินมีขนาดใหญ่วนซุย เป็นดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

2) ดินชั้นล่าง อยู่ถัดจากดินชั้นบนลงไป มีความอุดมสมบูรณ์น้อยมาก เนื้อดินแน่น เม็ดละเอียด สีจาง เป็นดินที่ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.4 วัสดุที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องเจาะหลุม

การเลือกใช้วัสดุต่างๆในการสร้างเครื่องจักร จะต้องมีความสามารถเลือกใช้อย่างเหมาะสมและต้องอาศัยข้อมูลการทดสอบมาพิจารณาร่วมด้วย ความสำคัญในการเลือกใช้วัสดุยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นๆ ด้วยเช่น คุณภาพของวัสดุ การออกแบบและการนำไปใช้งานนอกจากนี้การเลือกใช้วัสดุยังต้องควบคุมวัสดุนั้นๆ ไปใช้อย่างมีขอบเขตอีกด้วย จึงจะทำให้เกิดความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสำหรับผู้ออกแบบอีกด้วย

2.4.1 ประเภทของเฟือง

1) เฟืองตรง (Spur Gear)



ภาพที่ 2-2 เฟืองตรง (Spur Gear)

ข้อดีของการนำเฟืองตรงมาประยุกต์ใช้นั้นค่อนข้างชัดเจน นั่นคือประสิทธิภาพและความง่ายในการประกอบซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาและลดระยะเวลาหยุดทำงานของเครื่องจักรให้เหลือน้อยที่สุด แต่ก็ยังมีข้อเสียอยู่บ้างยกตัวอย่างเช่น เมื่อมีการใช้งานที่ความเร็วสูงก็จะเกิดเสียงดังเนื่องจากมีช่องว่างระหว่างเฟือง (Backlash) และมีแรงที่เกิดขึ้นในช่วงที่ซี่ฟันของเฟืองขบกันเป็นครั้งแรก แรงที่เกิดขึ้นนี้อาจส่งผลให้เกิดการสึกกร่อนและการฉีกขาดหลังใช้งานไประยะหนึ่งได้ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของเฟืองลดลงในที่สุด

แนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้ของปัญหานี้คือการใช้เฟืองตรงที่ทำจากพลาสติกซึ่งใช้งานได้ดีในระบบที่มีน้ำหนักเบาและในระบบที่ต้องมีการควบคุมเสียงรบกวนให้เบาที่สุด นอกจากนี้ เฟืองพลาสติกแบบมีแกนเหล็กกล้าคาร์บอนและซี่ฟันทำจาก MC ในลอนก็ช่วยลดระดับเกิดเสียงรบกวนลงได้ เช่นเดียวกันอีกสิ่งหนึ่งที่ควรคำนึงถึงก็คือข้อเท็จจริงที่ว่าเฟืองตรงจะสามารถขบกันได้อย่างถูกต้องก็ต่อเมื่อมีการใช้งานแบบขนานกันเท่านั้น ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากซี่ฟันที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงและตำแหน่งของรู โดยในตัวอย่างด้านล่างนี้แสดงให้เห็นถึงเฟืองตรงสองตัวถูกนำมาใช้เพื่อเลื่อนชิ้นงานจากขวาไปซ้าย

ข้อดี

1. ประสิทธิภาพสูงและง่ายต่อการประกอบ
2. มีซี่ฟันตรงซึ่งจัดแนววางได้ง่าย
3. พลังงานสูญเสียเนื่องจากการเลื่อนไถลน้อยที่สุด

ข้อเสีย

1. มีเสียงดังเมื่อใช้ความเร็วสูง
 2. ต้องใช้งานแบบคู่ขนาน
 3. ความแข็งแรงน้อยกว่าเฟืองประเภทอื่น
- 2) เฟืองคอกจอก (Bevel)

เฟืองคอกจอกเป็นเฟืองที่ใช้ระหว่างเพลลาที่วางในทิศทางตัดกันและมีมุมในการทำงานที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามรูปร่าง ข้อเสียของการทำให้เฟืองเป็นมุมเอียงก็คือความยากในการประกอบเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนมุมในการทำงานได้ ตัวเพลลาเองก็จะได้รับแรงกระทำที่สูงด้วย ดังนั้นการเลือกใช้ตลับลูกปืนที่สามารถทนทานต่อแรงกระทำได้จึงมีความสำคัญเช่นเดียวกับกรณี

ของเฟืองเฉียง เฟืองดอกจอกสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทขึ้นอยู่กับผู้ผลิต ได้แก่ แบบตรง (Straight Type) และแบบโค้ง (Spiral Type)

1. เฟืองดอกจอกแบบตรง



ภาพที่ 2-3 เฟืองดอกจอกแบบตรง

2. เฟืองดอกจอกแบบโค้ง



ภาพที่ 2-4 เฟืองดอกจอกแบบโค้ง

แบบโค้ง มีลักษณะคล้ายเฟืองเฉียงเนื่องจากการจัดเรียงของซี่ฟันที่คล้ายคลึงกัน แม้ว่าการทำงานจะเกิดเสียงเบากว่าแต่มีแนวโน้มที่จะเกิดการเลื่อนไหลของซี่ฟันได้ สิ่งสำคัญคือเฟืองดอกจอกแบบโค้งนั้นสามารถรับภาระการขบกันได้เฉพาะในการใช้งานกับเฟืองจากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันเท่านั้นและควรซื้อเป็นคู่พร้อมกันเสมอ

2.4.2 ประเภทของตลับลูกปืน

1) ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก

ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึกแถวเดียวเป็นตลับลูกปืนที่มีการนำไปใช้งาน อย่างกว้างขวาง ร่องรางวิ่งของทั้งวงแหวนในและนอกมีลักษณะเป็นวงโค้ง (circular arcs) ซึ่งมีรัศมีโตกว่าของเม็ดบอล นอกเหนือจากแรงในแนวรัศมีที่รับได้แล้ว ยังสามารถรับแรงในแนวแกนได้ทั้งสองทิศทาง ด้วยในงานที่ต้องการความเร็วสูงและสูญเสียพลังงานต่ำ เนื่องจากแรงบิดต่ำ ตลับลูกปืนนี้มีทั้งแบบเปิด ฝาเหล็ก ซิลยาง ซึ่งอาจติดตั้งอยู่ทั้งสองด้านของตลับลูกปืน โดยภายในบรรจุจารบีเอาไว้ ในบางครั้งอาจมีแหวนล็อก (snap ring) อยู่ที่ผิวนอกวงแหวนนอกซึ่งที่ใช้โดยมากเป็นรังเหล็ก



ภาพที่ 2-5 ตลับลูกปืนกลมร่องลึก

2) ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม

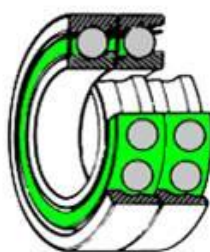
ตลับลูกปืนแบบนี้สามารถรับแรงในแนวรัศมี และแนวแกนได้ทิศทางเดียว มุมสัมผัสมีทั้ง 15 25 30 40 องศา มุมสัมผัสยิ่งมากก็ยังสามารถรับแรงในแนวแกนได้มาก ค่ามุมสัมผัสน้อยเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความเร็วสูง โดยทั่วไปมักใช้ตลับลูกปืนชนิดนี้เป็นคู่ โดยจะมีการปรับช่องว่างภายในอย่างเหมาะสม สำหรับตลับลูกปืนที่มีความเที่ยงตรงสูงจะมีมุมสัมผัสน้อยกว่า 30 และใช้รังโพลีเอไมด์ (Polyamide resin cage)



ภาพที่ 2-6 ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม

3) ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมแถวเดียวสำหรับประกบ

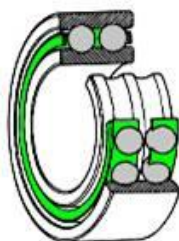
การนำตลับลูกปืนแนวรัศมี 2 คลับมารวมกันในการใช้งานเราเรียกว่าการประกบคู่ (Duplex pair) ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ตลับลูกปืนเม็ดกลมเชิงมุม หรือตลับลูกปืนเทเปอร์มาทำการประกบ การประกบคู่ทำได้ทั้งแบบหน้าชนหน้า ซึ่งวงแหวนนอกหันหน้าชนกัน (แบบ DF) แบบหลังชนหลัง (แบบ DB) หรือหันหน้าเรียงตามกัน ในทิศทางเดียว (DT) การประกบแบบ DF และ DB สามารถรับแรงแนวรัศมีและแนวแกนได้ทั้งสองทิศทาง แบบ DT จะใช้เมื่อมีแรงในแนวแกนแรงหนึ่งซึ่งมีค่าสูงมากในทิศทางเดียว จึงจำเป็นต้องกำหนดให้รับแรงเท่ากันในตลับลูกปืนแต่ละตัว



ภาพที่ 2-7 ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมแถวเดียวสำหรับประกบ

4) ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถว

ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถว นั้น โดยพื้นฐานแล้วคือตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมแถวเดียวติดตั้งแบบหลังชนหลัง ต่างกันที่แบบสองแถวนี้มีวงแหวนในหนึ่งวง วงแหวนนอกหนึ่งวง และแต่ละวงมีรางวิ่งของตนเอง ตลับลูกปืนแบบนี้สามารถรับแรงแนวแกนได้สองทิศทาง



ภาพที่ 2-8 ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถว

5) ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก

ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมสี่จุดนั้น วงแหวนในและวงแหวนนอกแยกออกจากกันได้ เนื่องจากวงแหวนในแยกออกจากกันในระนาบรัศมี สามารถรับแรงในแนวแกนได้ สองทิศทางลูกกลิ้งทำมุม 35 องศา กับวงแหวนแต่ละวง ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมสี่จุด เพียงหนึ่งตลับเท่านั้นที่สามารถทดแทนตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมแถวเดียวที่ประกบแบบหน้าชนหน้า หรือหลังชนหลัง รังที่ใช้ทั่วไปมักเป็นทองเหลืองกลิ้งขึ้นรูป



ภาพที่ 2-9 ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก

6) เหล็กแผ่นแบบหนา

เหล็กแผ่นแบบหนา คือ เหล็กหนาพิเศษ และ เหล็กหนาสปอต 100 (เหล็กความยาวไม่เกิน 80 ซม.) ซึ่งราคาจะแตกต่างกันเล็กน้อย แต่โดยทั่วไปจะเรียกรวมเป็นเหล็กหนาเลย เหล็กแผ่นหนา ได้แก่ เหล็กแผ่นความหนา 3 มม.ขึ้นไป ยกตัวอย่างเช่น กะทะล้อรถยนต์ แชสซีรถยนต์ อะไหล่รถยนต์ ตะแกรงเหล็กคัต นั่งร้าน แบบเทพูน เหล็กรูปพรรณที่ใช้ในการก่อสร้าง(เหล็กตัวซี เหล็กกล่อง เหล็กฉาก เหล็กข้ออ้อย) อะไหล่รถแบ็คโฮ รถแทรกเตอร์ เหล็กแผ่นหนานี้จะมีราคาเมื่อเทียบกับปริมาตรแพงกว่าเหล็กแผ่นบาง



ภาพที่ 2-10 เหล็กแผ่นแบนหนา

7) เหล็กท่อกลมดำ

เหล็กท่อกลมดำ มีชื่อที่นิยมเรียกใช้กันอย่างหลากหลาย เช่น ท่อแป๊บดำ เหล็กหลอด เหล็กกลมดำ ท่อดำ โดยเหล็กท่อกลมดำ คือ เหล็กที่มีลักษณะเป็นทรงกลมแบบกลวง มีน้ำหนักเบา แต่คงความแข็งแรง ทนทาน ตะเข็บเรียบ สามารถรับแรงดันได้ดี ทั้งแรงลมและแรงเสียดทาน สะดวกแก่การเชื่อมต่อ โดยเหล็กท่อกลมดำถือเป็นหนึ่งในเหล็กรูปพรรณ (Structural Steel) ผลิตจากเหล็กกล้าคุณภาพสูงผ่านกระบวนการผลิตที่ทันสมัย ตามมาตรฐาน มอก. 107-2533



ภาพที่ 2-11 เหล็กท่อกลมดำ

การนำไปใช้งาน

เหล็กท่อกลมดำ (Carbon Steel Tubes) นำไปใช้สำหรับงานก่อสร้าง งานโครงสร้างที่รับน้ำหนักไม่มากนัก เช่น สำหรับใช้เป็นท่อลำเลียง ท่อประปา ท่อชลประทาน ระบบน้ำภายในอาคาร ทำนั้งร้าน โครงถักป้ายจราจร หรืองานก่อสร้าง งานตกแต่งต่างๆ ไป งานอาคารที่พักอาศัย โรงงาน อาคารอเนกประสงค์

8) เหล็กเพลาชาว

เหล็กเพลาชาว มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Cold Drawn Bar เรียกตามการผลิตที่เกิดขึ้นจากการนำเหล็กเส้นกลมหรือเหล็กเพลาดำ ไปดึงเย็นอีกครั้งหนึ่ง เหล็กที่นำไปดึงเย็นแล้วนี้จะเปลี่ยนคุณสมบัติทำให้เหล็กจะเปลี่ยนจากสีเทาดำ เป็นสีเทาเงิน ๆ จึงเรียกว่าเหล็กเพลาชาวตามลักษณะของเหล็ก เหล็กเพลาชาวนี้จะมีคุณสมบัติแข็งแรงกว่าเหล็กเพลาดำ แต่จะมีการยืดหยุ่นน้อยกว่าหากเปรียบเทียบกับเหล็กรีดร้อนทั่วไปหรือเหล็กเพลาดำ เหล็กเพลาชาวจะมีคุณสมบัติที่เหนือกว่าหลายประการ ได้แก่

1. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่แม่นยำกว่า
2. มีคุณสมบัติทางกลที่ดีกว่า
3. มีสภาพผิว และ ความตรงที่ดีกว่า
4. สามารถนำไปใช้ทำงานได้สะดวกและมีความสม่ำเสมอ



ภาพที่ 2-12 เหล็กเพลาชาว

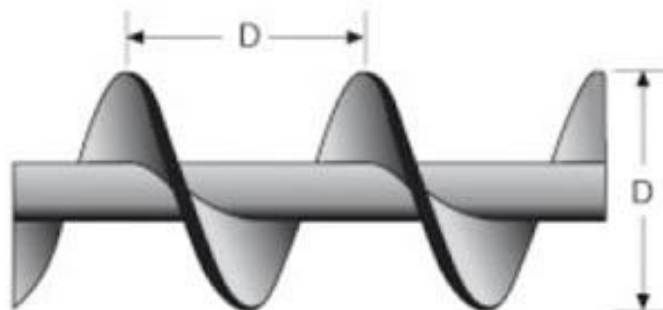
เหล็กเพลาชาว (Cold Drawn Bar) นิยมนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในงานอุตสาหกรรม งานโครงสร้างเหล็กทั่วไป การก่อสร้างที่ต้องเน้นในเรื่องความกลม และความสวยงามเป็นพิเศษ เหมาะสำหรับงาน

เฟอร์นิเจอร์ งานอุตสาหกรรมยานยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า ฯลฯ แต่ส่วนมากเหล็กประเภทนี้นิยมนำไปใช้ในงานหน้าต่าง รั้ว ระเบียงกันตก เป็นต้น โดยในท้องตลาดทั่วไปจะใช้ขนาด $3/8$ " และ $1/2$ " เป็นหลัก เหล็กเพลขาเว กรัด A เนื้อผิวค่อนข้างตรงและทนทาน เหมาะใช้กับงานทำ เหล็กค้ำหน้าต่าง เหล็กค้ำคานขโมย หรืออื่นๆ ตามแต่ต้องการขนาดและน้ำหนักของเหล็กเพล

2.4.3 ประเภทและขนาดของใบเกลียว ใบสกรู (Screw Flights)

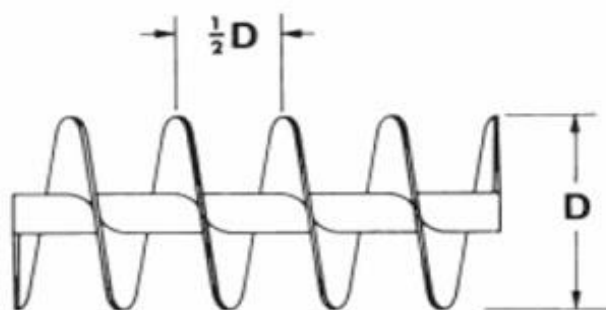
ใบเกลียว ใบสกรู (Screw Flights) ใบสกรุนั้นถือว่าเป็นชิ้นส่วนประกอบหลักที่สำคัญที่สุดของชุดสกรูลำเลียง ลักษณะของใบสกรูจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าจะนำไปใช้งานประเภทใด หรือเหมาะกับการขนถ่ายวัสดุชนิดใด การพิจารณาออกแบบเลือกใบสกรูเพื่อนำไปใช้งานอย่างเหมาะสมนั้น จะต้องศึกษาชนิดลักษณะรูปร่างของใบสกรูและส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งใบสกรู สามารถแบ่งตามลักษณะรูปร่างแบบต่างๆได้ดังนี้

1) ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตมาตรฐาน (Single Flight Standard Pitch) เป็นใบสกรูใบเต็มที่มี ระยะพิตเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกสุดของสันใบ ใช้ขนถ่ายวัสดุทั่วไปเหมาะกับการขนถ่ายวัสดุในแนวนอน



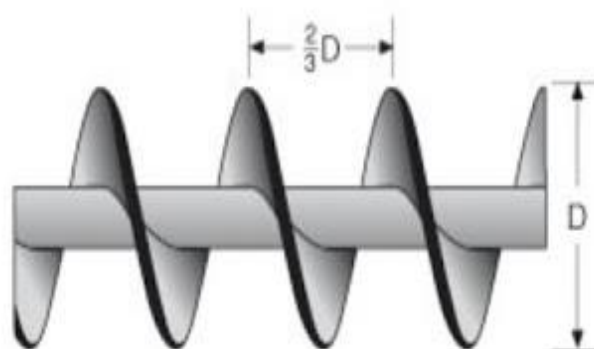
ภาพที่ 2-13 ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตมาตรฐาน

2) ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตเท่ากับครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางใบ (Single Flight Haft Pitch) เป็นใบสกรูที่มีระยะพิตเท่ากับครึ่งหนึ่งของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกสุดของสันใบ ใช้กับงานขนถ่ายวัสดุ แนวเอียง แนวตั้ง เหมาะกับวัสดุที่ไหลตัวได้ดี



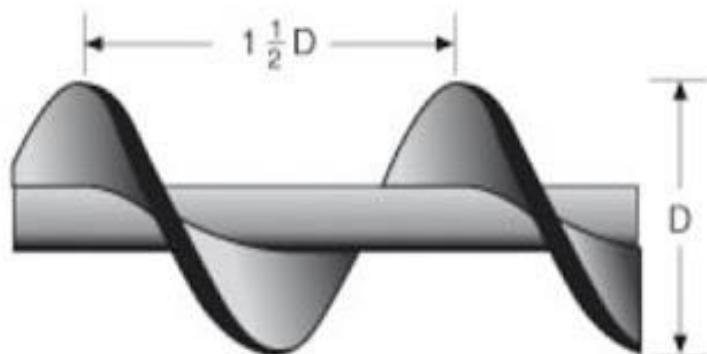
ภาพที่ 2-14 ไบสกรูแบบไบเต็มระยะพิตครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางไบ

3) ไบสกรูแบบไบเต็มระยะพิตสั้น (Single Flight Short Pitch) เป็นไบสกรูที่มีระยะพิตเท่ากับ 32 ของเส้นผ่านศูนย์กลางไบสกรู สามารถใช้ในการขนถ่ายวัสดุแนวเอียงที่ทำมุมมากกว่า 20 องศา หรือ แนวตั้ง และยังสามารถลดการฟุ้งของวัสดุเพื่อใช้ในการจ่ายวัสดุด้วย



ภาพที่ 2-15 ไบสกรูแบบไบเต็มระยะพิตสั้น

4) ไบสกรูแบบไบเต็มระยะพิตยาว (Long pitch conveyor screws) เป็นไบสกรูที่มีระยะพิตเท่ากับ ใช้เป็นเครื่องตีควนของเหลว หรือขนถ่ายวัสดุด้วยความเร็วสำหรับวัสดุที่ไหลได้ดี



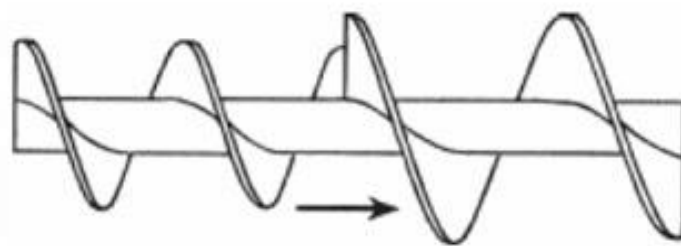
ภาพที่ 2-16 ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตยาว

5) ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตขยาย (Single Flight Variable Pitch) เป็นใบสกรูที่ระยะพิตของใบจะค่อยๆ ขยายเพิ่มขึ้น ใช้ในสกรูจ่ายหรือป้อนวัสดุ เหมาะกับวัสดุที่ละเอียดไหลตัวง่าย การไหลของวัสดุต่อเนื่อง สม่่าเสมอตลอดความยาวของสกรู



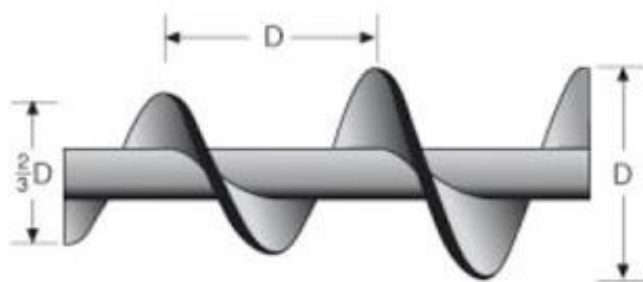
ภาพที่ 2-17 ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตขยาย

6) ใบสกรูแบบที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นเป็นระดับขั้น (Stepped pitch conveyor screw) ใบสกรูแบบนี้จะประกอบไปด้วยใบสกรูที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ต่างกันแต่มีระยะพิตเท่ากันมาเชื่อมติดตั้ง เรียงกันบนแกนเพลาดียวกันเป็นช่วงๆ ส่วนมากจะใช้งานสกรูจ่ายวัสดุส่วนที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง น้อยจะติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งได้ Hopper เพื่อใช้จ่ายวัสดุและควบคุมการไหลของวัสดุ



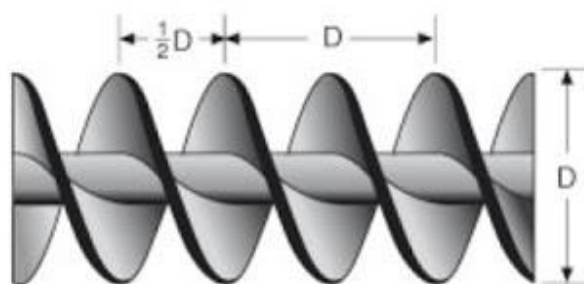
ภาพที่ 2-18 ใบสกรูแบบที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นเป็นช่วง ๆ

7) ใบสกรูแบบใบเรียวยาระยะพิตมาตรฐาน (Single Tapered Flight Standard Pitch) เป็นใบสกรูที่มีระยะพิตมาตรฐานแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางค่อยๆขยายเพิ่มขึ้น ใช้ในงานสกรูจ่ายเหมาะกับการขุดวัสดุที่เป็นก้อนหรือร่วนซุยออกจากถังเก็บ หรือ Hopper การไหลของวัสดุเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ



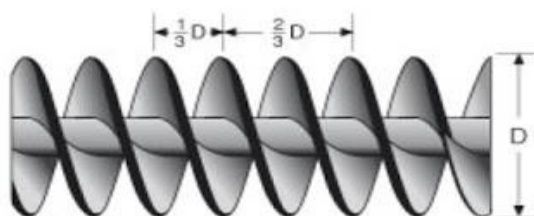
ภาพที่ 2-19 ใบสกรูแบบใบเรียวยาระยะพิตมาตรฐาน

8) ใบสกรูแบบใบเต็ม 2 ชั้น ระยะพิตมาตรฐาน (Double Flight Standard Pitch) เป็นใบสกรูแบบมาตรฐานสองใบนำมาติดซ้อนกันบนเพลาคือเดียว ใช้ในการขุดวัสดุราบเรียบการปล่อยวัสดุออกเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ 5



ภาพที่ 2-20 ใบสกรูแบบใบเต็ม 2 ชั้น ระยะพิตมาตรฐาน

9) ไบสกรูแบบระยะพิตสันสองชั้น (Double flight shot pitch conveyor screws) เป็นไบสกรูแบบที่นำไบสกรูระยะพิตสัน 2 ไบมาติดตั้งซ้อนกันบนเพลาดียว ระยะพิตจะสั้นมากทำให้แม่นยำในการจ่ายวัสดุ วัสดุที่ไหลออกจากสกรูจะไม่พุ่งไปไกล เหมาะกับงานป้อนวัสดุเข้าเครื่องผสมที่ต้องการส่วนผสมและการไหล สม่ำเสมอ



ภาพที่ 2-21 ไบสกรูแบบระยะพิตสันสองชั้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เผ่าพงศ์ นิจันทรพันธ์ศรี และคณะ (2551) ได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาเครื่องเจาะสำรวจดินแบบหัวหมุน โดยระบบขับเคลื่อน ได้พัฒนาเครื่องเจาะดินแบบเดิมให้สามารถเข้าไปเจาะสำรวจเพื่อเก็บตัวอย่างดิน ในสภาพพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันได้อย่างสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เครื่องเจาะดินสำรวจโดยระบบขับเคลื่อน ประกอบด้วยส่วนขับเคลื่อนและส่วนเจาะสำรวจดินแบบหัวหมุน โดยในส่วนขับเคลื่อนจะใช้เครื่องยนต์ดีเซล ขนาดความจุ 2000 ซีซี และส่วนเจาะสำรวจดิน จะใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดความจุ 2200 ซีซี เป็นแหล่งขับเคลื่อนไฮดรอลิกสำหรับเจาะสำรวจดิน จากการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานสามารถเจาะสำรวจดินได้ลึกถึง 50 เมตร ด้วยอัตราความเร็วในการเจาะที่มีความสม่ำเสมอและคงที่ จึงเหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นต้นแบบเพื่อพัฒนาขึ้นใช้งานได้แพร่หลายต่อไป

ปรมินทร์ สุ่มป่า และคณะ (2558) ผลิตรวัตกรรมใหม่เครื่องขุดเจาะดินอเนกประสงค์ ที่สามารถช่วยลดต้นทุนค่าจ้างแรงงานในการขุดหลุมวางเสา และแรงงานภาคการเกษตร เกี่ยวกับการปลูกต้นยาง ในบริเวณพื้นที่กว้างที่จำเป็นต้องจ้างแรงงานเป็นจำนวนมาก เหมาะสำหรับเกษตรกรผู้มีรายได้น้อย ใช้งานง่าย ราคาที่ไม่แพง ช่วยลดต้นทุนค่าจ้างแรงงานในการขุดหลุมวางเสาจากวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น เครื่องขุดเจาะดินอเนกประสงค์ ประยุกต์ใช้เครื่องยนต์ 3.5 แรงม้า เป็นกำลังหลักในการขับเคลื่อน 1 ตัว โดยมีเครื่องทดกำลังอีก 1 ตัว และมีชุดขุดเจาะ 3 ระดับ คือ ขนาด 6 นิ้ว 8 นิ้ว และขนาด 12 นิ้ว เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานแต่ละประเภท ใช้สำหรับขุดหลุมรื้อวางเสาขนาดเล็กถึงระดับกลางๆ ที่ต้องการ

ความลึก นอกจากนี้ ยังใช้ในงานการเกษตร เช่น ขุดหลุมปลูกต้นไม้ในบริเวณกว้าง สามารถนำพาไปสะดวก ใช้งานง่าย ถอดเก็บได้ ซึ่งในขณะมีกลุ่มผู้รับเหมาก่อสร้างติดต่อให้ผลิตให้แล้วหลายราย ส่วนต้นทุนในการผลิตต่อเครื่อง อยู่ที่เครื่องละ 7,500 บาท เครื่องขุดเจาะดินอเนกประสงค์นี้ เป็นเครื่องต้นแบบสามารถขุดเจาะในพื้นที่ที่แข็ง สามารถขุดได้รวดเร็วไม่เสียเวลา ประหยัดทั้งเงินค่าจ้างแรงงาน ประหยัดทั้งเวลา กินน้ำมันน้อยเพราะเครื่องเล็ก มีล้อลากงูไปมาได้สะดวก โดยเฉพาะขุดเจาะขนาด 12 นิ้ว เมื่อขุดเจาะแล้ว หลุมที่ได้จะออกมาเป็นสี่เหลี่ยม เหมาะในการปลูกยางพารา หรือต้นไม้อื่นๆ ได้อีกด้วย

วีระศักดิ์ สมยานะ (2562) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรบนฐานเศรษฐกิจพอเพียง วัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรของชุมชนจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีประชากร 207 องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ให้มีศักยภาพเพิ่มขึ้น บนพื้นฐานปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ตัวอย่างเกษตรกร 10 อปท. อาศัยการวิจัยเชิงคุณภาพในการวิเคราะห์บริบทชุมชน ด้วยการวิเคราะห์ SWOT เพื่อให้ทราบปัจจัยที่ส่งเสริมและไม่ส่งเสริมศักยภาพของกลุ่ม ร่วมกับการ Focus group เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกร และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ในการวิเคราะห์ค่าธาตุอาหารในดิน และการวัดประสิทธิภาพการผลิต เปรียบเทียบตามแนวคิดของ Cooper and Seiford ก่อนและหลังการนำเอาปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในการผลิตพืชที่สำคัญของจังหวัดเชียงใหม่ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ลำไย เสาวรส หอมหัวใหญ่ และข้าวไรซ์เบอร์รี่ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตสินค้าเกษตรที่มีศักยภาพในการผลิตของจังหวัดเชียงใหม่ สามารถประยุกต์ได้ 3 แนวทาง ได้แก่ 1) ด้านเทคนิคการจัดการดิน จากการวิเคราะห์ค่าธาตุอาหารในดินพบว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่อการผลิต จึงปรับปรุงดินเพียงพอล็กน้อย โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากการใช้เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในชุมชน เพื่อลดรายจ่ายทางการเกษตร 2) ด้านเทคนิคการผลิต โดยกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตทุกกลุ่มมีการเทคนิคการผลิตในเลือกพันธุ์พืช การจัดการดิน การจัดการศัตรูพืช และพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์เต็มรูปแบบ 3) ด้านการลดต้นทุนโดยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเฉลี่ยร้อยละ 46.95 แยกตามชนิดของสินค้าเกษตร ซึ่งประสิทธิภาพการผลิตเสาวรส มีค่าประสิทธิภาพมากที่สุด ร้อยละ 73.39 รองลงมาคือ การผลิตลำไย มีค่าประสิทธิภาพร้อยละ 59.36 หอมหัวใหญ่ มีค่าประสิทธิภาพร้อยละ 42.32 และข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่าประสิทธิภาพร้อยละ 12.74 อันจะนำไปสู่การขยายผล การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

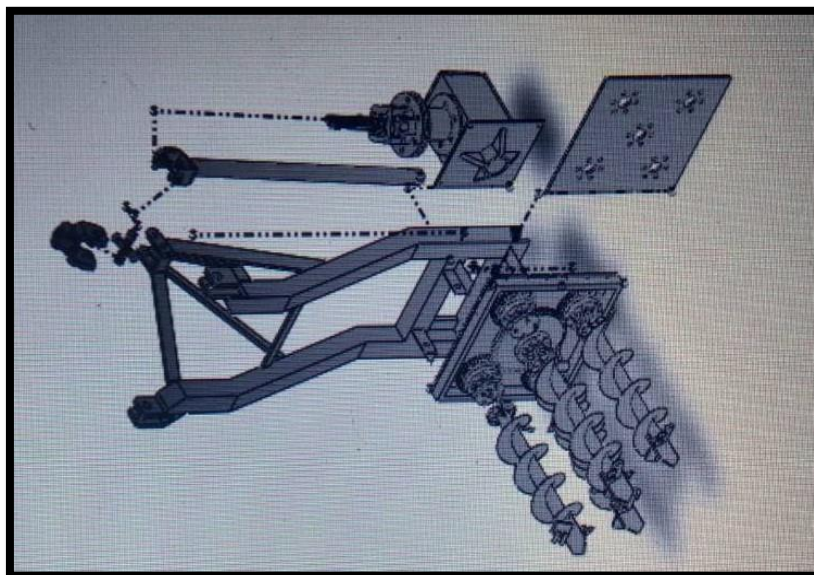
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เมื่อศึกษาทฤษฎีและส่วนประกอบในการออกแบบเครื่องเจาะหลุมเรียบร้อยแล้ว ในบทนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนแรกจะกล่าวถึงรายละเอียดของการออกแบบอุปกรณ์ประกอบด้วย 1. การออกแบบเครื่องเจาะหลุมโดยใช้โปรแกรม Siemens NX 9.0 2. การสร้างเครื่องเจาะหลุมและวิธีการดำเนินการ และเนื้อหาในส่วนที่ 3. การทดลองประสิทธิภาพของเครื่องเจาะหลุมแบบ 5 หัว

3.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องเจาะหลุม

สำหรับโครงงานได้มีการออกแบบและการสร้างอุปกรณ์เพื่อนำมาช่วยในการทดลองเจาะหลุมประกอบด้วย โครงสร้างของเครื่องเจาะ เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนหัวเจาะทั้ง 5 หัวโดยสามารถอธิบายรายละเอียดการออกแบบและการสร้างโดยสังเขปดังนี้



ภาพที่ 3-1 แบบเครื่องเจาะหลุม 5 หัวเจาะ

3.2 การสร้างเครื่องเจาะหลุมและวิธีการดำเนินการ

3.2.1 โครงสร้างของกล่อง

โครงสร้างของกล่อง จะทำหน้าที่กุ่มขึ้นส่วนข้างในเพื่อป้องกันดิน หรือสิ่งอื่นเข้าไปขัดการทำงาน โดยโครงสร้างของกล่องนี้ จะใช้เหล็กแผ่นหนา นำมาตัดให้เป็นสี่เหลี่ยมขนาด 50x50 เซนติเมตร จากนั้นนำแผ่นที่ตัดไว้มาเจาะรูทั้งหมด 5 รู จากนั้นตัดเหล็กแผ่น 10x50 เซนติเมตร จากนั้นนำมาเชื่อมประกอบกันด้วยใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าขึ้นเป็นกล่อง ดังภาพ 3-2



ภาพที่ 3-2 แสดงภาพกล่องของเครื่องเจาะ

3.2.2 โครงสร้างเบ้าลูกปืน

เบ้าลูกปืนในที่นี้ ทำหน้าที่เป็นเบ้าที่ไว้ใส่ยึดดัดลูกปืนและชุดหัวเจาะ ไปยังเพื่องจับ โดยโครงสร้างเบ้าลูกปืนนี้ จะใช้เหล็กหนานำไปกลึงแล้วเจาะรู 6 รู ไว้ยึดติดกับกล่อง จำนวน 5 ชิ้น จากนั้นก็ใส่ดัดลูกปืน ดังภาพ 3-3



ภาพที่ 3-3 แสดงภาพเบ้าลูกปืนของเครื่องเจาะ

3.2.3 โครงสร้างเพลายึด

เพลายึดในที่นี้ ทำหน้าที่ส่งกำลังจากเฟืองไปหัวเจาะ เป็นเพลายึดที่ใช้ยึดระบบเฟืองกับหัวเจาะโดยโครงสร้างของเพลายึดนี้ จะใช้เหล็กเพลากิ่ง จากนั้นเชื่อม เหล็กแผ่นที่ตัดเป็นวงกลมใส่เพลายึดที่กลึงแล้ว จากนั้นนำเหล็กแผ่นที่ตัดเป็นวงกลมมาเจาะรู 4 รูล่างไว้ยึดกับหัวเจาะ และเจาะรูตามเกลียวไว้ยึดกับแผ่นกล่องบน ทำเป็นจำนวน 5 ชั้น ดังภาพ 3-4



ภาพที่ 3-4 แสดงภาพเพลายึดไว้ยึดหัวเจาะและระบบเฟือง

3.2.4 โครงสร้างหัวเจาะ

โครงสร้างหัวเจาะ ทำหน้าที่เป็นตัวหัวเจาะดิน นำเหล็กเพลามากิ่ง ความยาวของหัวเจาะ 50 เซนติเมตร จากนั้นนำเหล็กแผ่นที่ตัดเป็นวงกลมมาเชื่อมพร้อมเจาะรู 4 รูเพื่อยึดกับเพลายึด ทำจำนวน 5 ชั้น และนำใบเกลียวมาเชื่อมติดเพลายึด จากนั้นนำเหล็กแผ่นมาตัดให้เป็นสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม เพื่อทำเล็บขุดของหัวเจาะ ดังภาพ 3-5 และ 3-6



ภาพที่ 3-5 แสดงภาพหัวเจาะที่รอใส่ใบเกลียว



ภาพที่ 3-6 แสดงภาพของหัวเจาะ

3.2.5 โครงสร้างระบบเฟือง

ระบบเฟือง ทำหน้าส่งกำลังไปที่เพลานำเฟืองขนาด 22 เซนติเมตร 1 ตัว และขนาด 18 เซนติเมตร 4 ตัว มาประกอบกับกล่องที่ทำไว้ จากนั้นนำเฟืองมายึดกับเพลายึด ในหัวข้อที่ 3.4 จากนั้นเจาะรูใส่ สกรู ล็อกไว้ไม่ให้เฟืองขยับได้ ดังภาพ 3-7 และ 3-8



ภาพที่ 3-7 แสดงภาพระบบเฟือง (ด้านใน)



ภาพที่ 3-8 แสดงภาพระบบเฟือง (ด้านนอก)

3.2.6 โครงสร้างโดยรวมของเครื่องเจาะ

เมื่อประกอบชุดเฟืองเสร็จ จากนั้นนำกล่องไปเชื่อมปิดและเจาะทำรูถ่ายน้ำมันและเติมน้ำมันเกียร์ไว้ด้วยช่วยทำให้หล่อลื่นในชุดเฟือง ดังภาพ 3-9



ภาพที่ 3-9 แสดงภาพของกล่องกลไกของเครื่องเจาะหลุม

จากนั้นนำหัวเจาะและกล่องมาประกอบเข้าด้วยกัน แล้วก็นำชุดขับเคลื่อนของรถไถมาประกอบเข้าชุด 5 หัว เชื่อมยึดให้แน่นหนา ดังภาพ 3-10



ภาพที่ 3-10 แสดงภาพที่นำชุด 5 หัวเจาะมาประกอบตัวขับเคลื่อนรถไถ

3.2.7 โครงสร้างการปรับเปลี่ยนรูปแบบของตัวขั้วท้ายรถไถ

เมื่อประกอบและเชื่อมติดเรียบร้อยแล้วนำขาตัวขั้วมาเชื่อมตัดัดลงขนานกับชุดระบบเฟือง เพื่อให้ปลายหัวเจาะยกให้ได้สูงที่สุดจะได้สะดวกกับการเคลื่อนย้าย ดังภาพ 3-11



ภาพที่ 3-11 แสดงภาพตัดขาตัวขั้วลง

เมื่อเชื่อมตัดเสร็จสองขาแล้ว จากนั้นนำเหล็กมาเชื่อมยึดไว้เพื่อความแข็งแรงและเชื่อมขาจับเพื่อเชื่อมต่อกับรถไถ จากนั้นนำชุดเจาะดิน 5 หัว มาประกอบติดกับท้ายรถไถ ดังภาพ 3-12 และ 3-13



ภาพที่ 3-12 แสดงภาพหลังตัดขา



ภาพที่ 3-13 แสดงภาพเครื่องเจาะดินแบบ 5 หัว

3.3 การทดลองเครื่องเจาะหลุมแบบ 5 หัว

1. ในการทดสอบใช้ดิน 2 ประเภท ได้แก่

1.1 ดินลูกรัง จังหวัดเพชรบูรณ์ส่วนใหญ่จะเป็นภูเขาล้อมรอบ ส่วนมากดินที่ได้ก็มาจากการระเบิดภูเขา ที่มีหินปนมากับดินด้วย เป็นดินที่หาง่ายในเฉพาะพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเหมาะกับการนำมาขุดตัวอย่าง

1.2 ดินร่วน เป็นดินที่เกษตรกรส่วนมากใช้ในการเพาะปลูกต้นไม้อยู่แล้วจึงนำมาขุดตัวอย่างการทดลอง ระหว่าง ดินลูกรัง และ ดินร่วน ในพื้นที่เฉพาะจังหวัดเพชรบูรณ์

2. รถไถที่ใช้มีขนาดลูกสูบ 34 แรงม้า เพราะเป็นรถไถที่มีขนาดไม่ใหญ่มากเกษตรกรสามารถซื้อ ขาย สบาย จึงเลือกที่จะทดสอบรถไถที่มีขนาด 34 แรงม้า ส่วนเครื่องเจาะหลุมปลูกต้นไม้ สามารถไถรถไถ ตั้งแต่ 34 แรงขึ้นไปได้

3. การเจาะหลุมปลูกต้นไม้ยืนต้นส่วนใหญ่จะมีขนาดหลุมกว้างประมาณ 35-60 เซนติเมตร ยาวประมาณ 35-60 เซนติเมตร และ ลึกประมาณ 50 เซนติเมตร เป็นขนาดหลุมที่พอเหมาะสมกับการปลูกต้นไม้ยืนต้นที่เกษตรกรส่วนมากใช้แรงงานคนขุด จึงนำขนาดดังกล่าวมาปรับใช้กับดอกเจาะให้มีขนาดหลุมกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร และลึก 50 เซนติเมตร

4. การทดสอบใช้รถไถที่มี เกียร์ PTO รถไถขนาด 3 สูบ 34 แรงม้า PTO มาจากคำว่า power take-off คือ เพลาอำนาจพลัง รถไถคูโบต้าและเกือบทั้งหมดจะเป็น PTO แบบส่งกำลังด้วยเกียร์ต่อจากเครื่องโดยตรง (ต้องเหยียบครัชก่อนเข้าเกียร์ PTO) เกียร์ PTO มีรอบตั้งแต่ 540-2,430 รอบ/นาที

3.4 การทดสอบเพื่อหาชนิดดินที่เหมาะสมกับเครื่องเจาะ

ทดสอบเพื่อหาชนิดดินที่เหมาะสมกับเครื่องเจาะมากที่สุด โดยการจับเวลาเจาะด้วยความลึก 50 เซนติเมตร เป็นจำนวนดิน 2 ชนิด ได้แก่ ดินลูกรังและร่วน จะทดสอบเจาะ 3 หลุม ต่อดิน 1 ชนิด รถไถคูโบต้า 34 แรงม้า เกียร์ PTO 540-2,430 รอบ/นาที ดังตารางที่ 3-1 และ 3-2

ตารางที่ 3-1 ตารางเก็บข้อมูลด้านประสิทธิภาพในการเจาะที่เหมาะสมชนิดดินลูกรัง

ครั้งที่	ขนาดลูกสูบล้อ	ประเภทของดิน	ผลการทดสอบ
1	34 แรงม้า	ดินลูกรัง	
2	34 แรงม้า	ดินลูกรัง	
3	34 แรงม้า	ดินลูกรัง	

ตารางที่ 3-2 ตารางเก็บข้อมูลด้านประสิทธิภาพในการเจาะที่เหมาะสมชนิดดินร่วน

ครั้งที่	ขนาดลูกสูบล้อ	ประเภทของดิน	ผลการทดสอบ
1	34 แรงม้า	ดินร่วน	
2	34 แรงม้า	ดินร่วน	
3	34 แรงม้า	ดินร่วน	

จากนั้นเมื่อได้ผลการทดลองชนิดดินที่เหมาะสมแล้ว จะทำการทดสอบกับดินชนิดที่เหมาะสมอีก 3 หลุม พร้อมลักษณะหลังการเจาะ ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ตารางเก็บข้อมูลด้านประสิทธิภาพการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องเจาะหลุม

ครั้งที่	ขนาดลูกสูบรตไถ	ประเภทของดิน	เวลาในการเจาะ	ลักษณะหลังการเจาะ
1				
2				
3				
ค่าเฉลี่ย				

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในบทที่ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการออกแบบและการทดลอง เครื่องเจาะหลุม ดังนั้น บทที่ 4 เป็นการแสดงผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้ทดสอบ การเจาะหลุมดิน 2 ชนิดทั้งจำนวน 6 หลุม เพื่อหาประสิทธิภาพ การทำงานของเครื่องเจาะหลุม

4.1 ผลการวัดประสิทธิภาพของเครื่องเจาะหลุมแบบสี่เหลี่ยม

โดยการวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเจาะหลุม พิจารณาการเปรียบเทียบ ระหว่างดิน 2 ชนิด และเวลาเฉลี่ยในการเจาะหลุมแสดงดังตาราง ที่ 4-1 และ 4-2

ตารางที่ 4-1 ผลข้อมูลด้านประสิทธิภาพในการเจาะที่เหมาะสมชนิด ดินลูกรัง

ครั้งที่	ขนาดลูกสูบรตไถ	ประเภทของดิน	ผลการทดสอบ
1	34 แรงม้า	ดินลูกรัง	3.59 นาที
2	34 แรงม้า	ดินลูกรัง	4.01 นาที
3	34 แรงม้า	ดินลูกรัง	4 นาที

โดยตาราง 4-1 ทดสอบเจาะดินลูกรัง ใช้เวลาในการเจาะหลุมลึก 50 เซนติเมตร โดยใช้เวลาเฉลี่ย 4 นาทีต่อ 1 หลุม

ตารางที่ 4-2 ตารางเก็บข้อมูลด้านประสิทธิภาพในการเจาะที่เหมาะสมชนิด ดินร่วน

ครั้งที่	ขนาดลูกสูบรตไถ	ประเภทของดิน	ผลการทดสอบ
1	34 แรงม้า	ดินร่วน	59 วินาที
2	34 แรงม้า	ดินร่วน	1 นาที
3	34 แรงม้า	ดินร่วน	1.01 นาที

โดยตาราง 4-2 ทดสอบเจาะดินร่วนใช้เวลาในการเจาะหลุมลึก 50 เซนติเมตร โดยใช้เวลาเฉลี่ย 1 นาทีต่อ 1 หลุม

และจากตาราง 4-1 และ 4-2 การทดลองดินที่เหมาะสมที่สุดคือ ดินร่วน ใช้เวลาเฉลี่ย 1 นาที ต่อ 1 หลุม และเมื่อได้ผลการทดลองชนิดดินที่เหมาะสมสำหรับเครื่องเจาะหลุมแบบ 5 หัวแล้ว จากนั้นทำการทดสอบเจาะดินร่วนอีก 3 หลุม เพื่อหาลักษณะหลังการเจาะหลุม ดังตาราง ที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ตารางเก็บข้อมูลด้านประสิทธิภาพการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องเจาะหลุม

ครั้งที่	ขนาดลูกสูบรูด	ประเภทของดิน	เวลาในการเจาะ	ลักษณะหลังการเจาะ
1	34 แรงม้า	ดินร่วน	1 นาที	
2	34 แรงม้า	ดินร่วน	59 วินาที	
3	34 แรงม้า	ดินร่วน	1 นาที	
ค่าเฉลี่ย			1 นาที / 1 หลุม	

จากการทดสอบพบว่า เครื่องเจาะหลุมปลูกต้นไม้ที่เป็นเครื่องคันแบบ สามารถเจาะได้จริง ใช้งานได้จริง โดยมีการทดลองเจาะทดสอบเครื่องเจาะหลุมปลูกต้นไม้ กับ ดิน 2 ชนิดในเวลาที่เร็วกว่า แรงคน ซึ่งค่าแรงงานคิดเป็นหลุม 1 หลุมราคา 50 บาท ซึ่งใช้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง 1 คนต่อ 1 หลุม และจากการทดลองเครื่องเจาะหลุมปลูกต้นไม้ ในพื้นที่จริงของเกษตรกร เป็นดินชนิด ดินร่วน เครื่องเจาะหลุมเจาะหลุมได้ ลึก ถึง 50 เซนติเมตร และ กว้าง 50 เซนติเมตร ในเวลาเฉลี่ย 1 นาที เคลื่อนที่ไปยังจุดที่ 2 ใช้เวลา เฉลี่ย 1 นาที และได้ทำการทดลองเจาะหลุมปลูกต้นไม้มะม่วงเป็นจำนวน 1 ไร่ ได้หลุมเป็นจำนวน 43 หลุม ในเวลา 2 ชั่วโมง เปรียบเทียบเครื่องเจาะหลุม กับ ใช้แรงคน ใช้เวลา 2 ชั่วโมงเท่ากัน แรงงานคนทำได้ 1 หลุม เครื่องเจาะหลุมทำได้ 43 หลุม ดังภาพ 4-1 และ 4-2



ภาพที่ 4-1 ลักษณะดินหลังการเจาะ



ภาพที่ 4-2 พื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง

4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องเจาะหลุมแบบสึ่เหลี่ยม

ตารางที่ 4-4 ผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อประสิทธิผลของเครื่องเจาะหลุมแบบสึ่เหลี่ยม

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	S.D	สรุปผลระดับ ความคิดเห็น
ด้านการออกแบบและสร้างเจาะหลุมแบบสึ่เหลี่ยม			
1.ความเหมาะสมของการออกแบบเครื่องเจาะหลุมแบบสึ่เหลี่ยม	4.80	0.42	พึงพอใจมากที่สุด
2.ความเหมาะสมของการออกแบบกล่องกลไก	4.60	0.52	พึงพอใจมากที่สุด
3.ความเหมาะสมของการออกแบบระบบเฟือง	4.40	0.52	พึงพอใจมาก
4.ความเหมาะสมของการออกแบบกลไกการทำงานของเครื่อง	4.90	0.32	พึงพอใจมากที่สุด
5.ความเหมาะสมของการออกแบบชุดติดกับพานไถ	4.40	0.52	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.62	0.46	พึงพอใจมากที่สุด
ความพึงพอใจด้านประสิทธิผลของเครื่องเจาะหลุมแบบสึ่เหลี่ยม			
1.เวลาในการขุดดิน	4.80	0.42	พึงพอใจมากที่สุด
2.ขนาดของหลุม	5.00	0.30	พึงพอใจมากที่สุด
3.ใช้กับดินได้หลายประเภท	4.20	0.67	พึงพอใจมากที่สุด
4. สะดวกในการใช้งาน	4.40	0.70	พึงพอใจมากที่สุด
5.ความพึงพอใจในด้านความปลอดภัย	4.50	0.20	พึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย	4.58	0.45	พึงพอใจมากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 2 ด้าน	4.60	0.45	พึงพอใจมากที่สุด

จากตารางที่ 4-4 ผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องเจาะหลุมแบบสืเหลียม มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด การออกแบบและสร้างเครื่องเจาะหลุมแบบสืเหลียม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 ด้านความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพของเครื่องเจาะหลุมแบบสืเหลียมมีค่าเฉลี่ย 4.58 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการทดสอบเครื่องต้นแบบเหมาะสำหรับเจาะดินร่วน สามารถเจาะได้ลึกถึง 50 เซนติเมตร และกว้างพอที่จะปลูกต้นไม้ใหญ่ได้สบายๆ ระหว่างเจาะดิน เครื่องเจาะหลุมสามารถ ตีดิน และ พวนดิน ไปในตัว ส่วนดิน ลูกกรง ก็สามารถเจาะได้ลึกถึง 50 เซนติเมตร แต่ ดิน ชนิดนี้ไม่เหมาะกับการปลูกต้นไม้ เครื่องเจาะหลุมปลูกต้นไม้ และได้ศึกษาเรื่องการใช้น้ำมันของเครื่องเจาะหลุมปลูกต้นไม้ ใช้น้ำมัน 1 ลิตร สามารถเจาะหลุม ทำงานได้ 15 หลุม และน้ำมัน 1 ลิตร คิดเป็นราคา 28 บาท ซึ่งถ้าคิดเป็นราคาคนงาน คิด 50 บาท ต่อหลุม ทั้งหมด 15 หลุม รวมเป็นราคา 750 บาท ซึ่งได้สอบถามชาวบ้านมาแล้วเป็นราคามาตรฐานของแรงงานคนจากสาเหตุดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบเครื่องเจาะหลุม 5 หัวเจาะ เป็นต้นแบบเครื่องเจาะ เพื่อให้เกษตรกรที่ยากจน ลดต้นทุน เรื่องการจ้างหลุม และประหยัดเวลาในการเจาะหลุมปลูกต้นไม้ได้หลายเท่า โดยคณะผู้ออกแบบและพัฒนาได้พัฒนามาจาก 1 หัวเจาะ ให้ใหญ่ขึ้น และกว้างขึ้น และเป็นทรงสี่เหลี่ยม ตามที่เกษตรกรต้องการ

ส่วนผลลัพธ์ในการทดสอบการเจาะหลุมปลูกต้นไม้ นั้น คณะปฏิบัติได้ทำการทดสอบเจาะหลุมปลูกต้นไม้ กับดิน 2 ชนิด ซึ่งดินลูกกรงมีหินปนทำให้ใช้เวลาในการเจาะหลุมลึก 50 เซนติเมตร เวลาเฉลี่ย 4 นาที ต่อ 1 หลุม ซึ่งไวกว่าดินลูกกรงมากและยังใช้เวลาการย้ายจุด จากหลุม 1 ไป หลุม 2 ระยะ 9-10 เมตร ใช้เวลา 1 นาทีเท่านั้น เครื่องเจาะเหมาะสมสำหรับเกษตรกรที่ต้นทุนต่ำและผลลัพธ์ที่ได้มาคือเกษตรกรพึงพอใจกลับเครื่องเจาะหลุมปลูกต้นไม้ ที่ได้ทำการทดสอบเจาะหลุมในพื้นที่ของเกษตรกร

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.2.1 โครงการนี้สามารถนำไปต่อยอดได้ โดยขณะการเจาะหลุมปลูกต้นไม้พร้อมกับพวนดิน การใส่ปุ๋ย ในเวลาเดียวกัน

5.2.2 จากการทดลอง พบว่า การที่หัวเจาะมีขนาดความยาวเท่ากันทำให้เกิดแรงต้านในการเจาะดิน ลูกกรงการแก้ปัญหาอาจคือเพิ่มขนาดความยาว หัวเจาะตัวกลาง เพื่อให้หัวเจาะกลางเป็นตัวนำ

5.2.3 การทดลองเจาะหลุมครั้งนี้ ทดลองกับรตไถ ขนาด 34 แรง ควรนำไปทดลองกับรตไถ ที่มีขนาดแรงม้า 40 แรงม้าขึ้นไปเพื่อทดลองเครื่องเจาะหลุมปลุกดันไม้แบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.2.4 เนื่องจากหลุมที่เจาะยังไม่เป็นสี่เหลี่ยมตามที่ต้องการ สามารถนำไปต่อยอดได้ โดยการนำเหล็กแผ่นหนา ทำขึ้นรูปทรง จอบ 4 อัน และเชื่อมติดกับกล่องกลไก ของเครื่องเจาะหลุม

บรรณานุกรม

- ช่อชบา อุดคำ. (2561). **ประเภทของดินชนิดของดิน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/site/chxnityawannitiwuthi/wicha-withyasastr/2>. วันที่สืบค้น 2561, 15 มีนาคม.
- เรียนรู้ออนไลน์ตลับลูกปืน. (2561). **ประเภทของตลับลูกปืน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.partsdd.com/15199638/ประเภทของตลับลูกปืน>. วันที่สืบค้น 2561, 15 มีนาคม.
- วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. (2561). **ดิน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก th.wikipedia.org/wiki/%B8%B4%E0%B8%99. วันที่สืบค้น 2561, 15 มีนาคม.
- วัชรชัย ทอดเสียง. (2561). **หิน ดิน แร่**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.bwc.ac.th/e-learning/virachai/chanit.html>. วันที่สืบค้น 2561, 3 มีนาคม.
- ห้องเรียนออนไลน์. (2561). **วิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/site/prakasittid3qqq/si-xen-si/kheruxng-ceaa>. วันที่สืบค้น 2561, 14 มีนาคม.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพเครื่องเจาะหลุมและลักษณะหลังการเจาะ



ภาพที่ ก-1 เครื่องเจาะดินแบบ 5 หัว



ภาพที่ ก-2 ลักษณะหลุมหลังการเจาะ

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานเครื่องเจาะหลุมแบบ 5 หัว

คู่มือการใช้งานเครื่องเจาะหลุมแบบ 5 หัว



ขั้นตอนที่ 1 นำเครื่องเจาะหลุมแบบ 5 หัว มาประกอบติดเข้ากับรถไถ



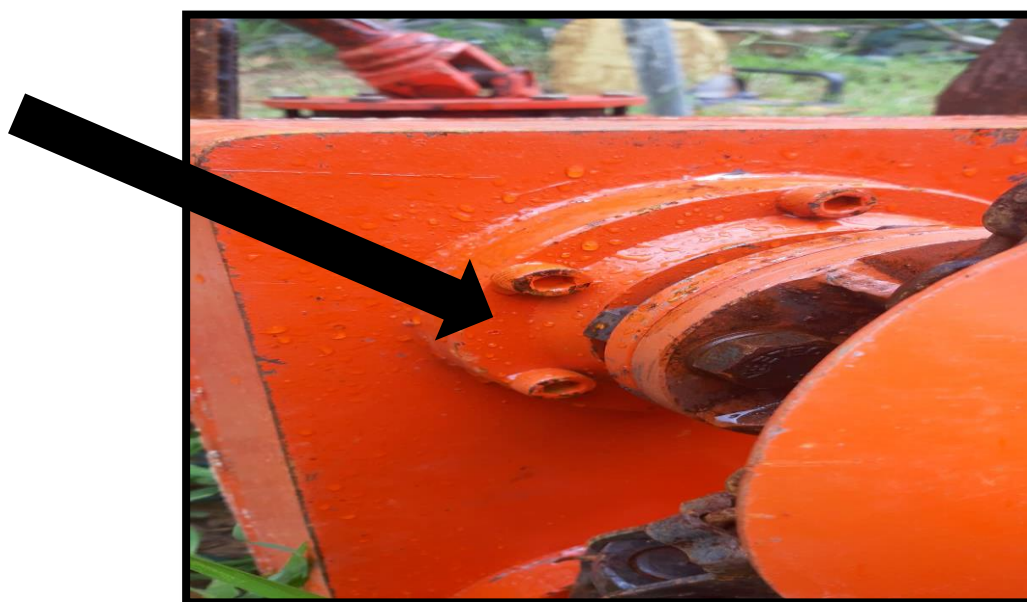
ขั้นตอนที่ 2 ก่อนใช้งานควรตรวจสอบน้ำมันเกียร์จุดที่ 1 ที่อยู่ด้านบนสุดของเครื่อง เดิมให้เรียบร้อย



ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบน้ำมันเกียร์จุดที่ 2 ที่อยู่ตรงกล่องชุดเฟือง (ด้านบน)



ขั้นตอนที่ 4 เมื่อประกอบและเติมน้ำมันเกียร์ครบแล้ว เครื่องเจาะหลุมก็พร้อมใช้งานแล้ว



ระบบถ่ายน้ำมันเกียร์จุดที่ 2 ที่อยู่บนหัวดอกเจาะ ใช้ประแจหมุนคลายออกเพื่อถ่ายน้ำมันเกียร์

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย เอราวัณ ชาญพหล
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Arawan Chanpahon
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
3. สถานที่ติดต่อได้สะดวก สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โทรศัพท์ 056-717164
4. e-mail : arawan2519@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา คอ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
คอ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) เทคโนโลยีงานเชื่อม
6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
7. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว
หัวหน้าโครงการวิจัย : เครื่องทำไม้ไผ่ไถอย่าง ปี 2557 ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ร่วมวิจัย : การประยุกต์ใช้เทคนิคและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในโรงปฏิบัติการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เผยแพร่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์วิจัย ครั้งที่ 2 ปี 2558
8. งานวิจัยที่กำลังทำ
ผู้ร่วมวิจัย : การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตสำหรับการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในตำบลคงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
9. ผ่านการอบรม :
 - Basic Human Subject Protection Course (จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์)
 - อบรมโครงการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยในการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย นรตว์ รัตนวัย
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Narat Rattanawai
2. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย (สายวิชาการ)
3. สถานที่ติดต่อได้สะดวก สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โทรศัพท์ 056-717164
4. e-mail : narat_pcru@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยนเรศวร
วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการ) มหาวิทยาลัยนเรศวร
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
7. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

หัวข้อโครงการวิจัย : การประยุกต์ใช้เทคนิคและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย
ในโรงปฏิบัติการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เผยแพร่มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์วิจัย ครั้งที่ 2 ปี 2558

ผู้ร่วมวิจัย : เครื่องทำไม้ไผ่ไถอย่าง ปี 2557 ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ร่วมวิจัย : การออกแบบและสร้างเครื่องปั้นเนื้อมะขามแก้ว เผยแพร่ราชภัฏวิจัยที่จังหวัด
นครศรีธรรมราช ปี 2558

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการลดต้นทุนและเพิ่ม
ผลผลิตสำหรับการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในตำบลคงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

8. ผ่านการอบรม :

- Basic Human Subject Protection Course (จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์)
- อบรมโครงการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยในการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่
ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2