



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า
TRAY FILLER AND SOWING MACHINE DESIGN FOR SEEDLING TRAY

นางน้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์และคณะ
สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ปี พ.ศ. 2567

รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า
TRAY FILLER AND SOWING MACHINE DESIGN FOR SEEDLING TRAY

นางน้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์	สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
นายขุนแผน ตุ่มทองคำ	สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
นางสาวสุวิมล เทียกทุม	วิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนประเภทงานวิจัยพัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

กิตติกรรมประกาศ

การออกแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า โดยได้รับความร่วมมือจากหลากหลายท่านหลายหน่วยงาน ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณท่านที่มีส่วนร่วมให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางมาโดยตลอด และกลุ่มผู้ให้ข้อมูล งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ ทุนอุดหนุนประเภทงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม โดยสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เป็นผู้จัดสรรงบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ. 2566 การดำเนินการวิจัยจึงสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ผลักดันและอนุเคราะห์ให้งานสำเร็จด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันใดขอมอบแต่ ครูอาจารย์ที่ประสาทวิทยา ผู้มีพระคุณทุกท่านองค์กรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและให้โอกาสในการศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงทุกประการหากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ โอกาสนี้

น้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์ และคณะ

6 มกราคม 2567

ชื่องานวิจัย	การออกแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า
ผู้วิจัย	นางน้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์
ผู้ร่วมวิจัย	นางสาวสุวิมล เทียกทุม นายขุนแผน ตุ่มทองคำ
หน่วยงาน	สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ปีทำการวิจัย	2566

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชฝักสวนครัวสำหรับถาดเพาะกล้าและทดสอบประสิทธิภาพการกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชของเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

ออกแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ คือออกแบบและสร้างเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้าขนาด 200 หลุม ทดสอบประสิทธิภาพการกรอกดินได้ตามปริมาตรที่กำหนด ทดสอบประสิทธิภาพการหยอดเมล็ดและการงอกของพืชที่หยอดจากเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ เมล็ดพืชฝักสวนครัวฝักสลัด แบบเคลือบที่เป็นเมล็ดกลม 4 ชนิด ขนาดเม็ดประมาณ 1.5 - 2 มิลลิเมตร ได้แก่ เมล็ดบัตเตอร์เฮด เมล็ดเรดโอ๊ค เมล็ดกรีนโอ๊ค เมล็ดเรดคอรัล เครื่องสามารถหยอดเมล็ดกลุ่มตัวอย่างได้ และเครื่องสามารถทำงานได้เร็วกว่าแรงงานคน กลุ่มเป้าหมายสมาชิกกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบประเมินประสิทธิภาพ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัยพบว่า เครื่องสามารถกรอกดินในถาดเพาะกล้าขนาด 200 หลุมได้ เฉลี่ยใช้เวลากรอกดินประมาณ 15 วินาที ต่อ 1 ถาด ดินลงถาดตามปริมาตรที่กำหนด สามารถกดดินได้ทั้งความลึกและความดันตามกำลังกดของผู้ใช้งาน สามารถหยอดเมล็ดพันธุ์พืช ชนิดเมล็ดกลมขนาดเมล็ดประมาณ 1.5 มิลลิเมตร - 2.00 มิลลิเมตร ฝักสลัดตัวอย่าง 4 ชนิด และสามารถหยอดเมล็ดที่มีขนาดใกล้เคียงกันที่ไม่ใช่เมล็ดฝักสลัดตัวอย่างได้ เมล็ดพันธุ์พืชลงถาดร้อยละ 97 ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 30 วินาที เมล็ดลงหลุมมากกว่า 1 เมล็ด คิดเป็นร้อยละ 2 ต่อ 1 ถาด การทำงานของเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า ทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนครบกระบวนการ ตั้งแต่กรอกดิน กดดิน และหยอดเมล็ด เฉลี่ยใช้เวลาประมาณ 1.30 นาที ต่อ 1 ถาด เทียบกับแรงงานคน เร็วกว่าแรงงานคนประมาณ 5 เท่า การงอกของพืชที่หยอดจากเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้าอัตราการงอกปกติ

Project Research	Tray filler and sowing machine design for seedling tray.
Researcher	Mrs. Namphueng Poonwiwat Miss Suwimon Thaikthum Mr. Khunphaen Toomthongkum
University	Phetchabun Rajabhat University.
Time Duration	2023

ABSTRACT

The primary objective of this research is to design and create an automatic seeding and tray-filling machine. Subsequently, this research aims to evaluate the operational efficiency of the automatic seeding and tray-filling machine.

The design specifications include creating a machine with 200 seedling holes, assessing its soil-filling performance according to specified volumes, and evaluating the efficiency of seed placement and subsequent plant germination facilitated by the machine. This research focuses on round-shaped coated seeds, specifically four types of lettuce—Butterhead, Red Oak, Green Oak, and Red Coral—with sizes ranging from approximately 1.5 to 2 millimeters. The machine demonstrates proficiency in seeding these varieties, outperforming manual labor in terms of speed. The target population for this research comprises the Organic Vegetables Production Group of Huai Sakae's members. Data collection tools utilized were performance evaluation forms, and the gathered data was analyzed using its calculated averages.

The result reveals that the machine can effectively fill soil in 200 seedling trays, with an average time of approximately 15 seconds per tray. The soil is filled based on the specified volume, and the machine can compress the soil to varying depths according to the user. Additionally, the machine can sow a variety of round-shaped coated vegetable seeds with sizes ranging from approximately 1.5 to 2.0 millimeters, aside from lettuce seeds, achieving a seeding rate of 97%. The average seeding time is around 30 seconds per tray. The average seeding rate exceeds more than one seed per tray, equating to a calculated ratio of 2 seeds per tray. The complete machine process, inclusive of soil filling, soil compression, and seeding, demonstrates an average duration of approximately 1.30 minutes per tray. This performance establishes the machine's efficiency, demonstrating a

speed of five times faster than manual labor. Moreover, the germination rate of plants facilitated by the machine surpasses the average rate.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.8 คำสำคัญ (keywords) ของแผนงานวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ข้อมูลประวัติความเป็นมาเกี่ยวกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยด้วยสะแก	6
2.2 ข้อมูลวัสดุอุปกรณ์เกี่ยวกับการเกษตรที่ใช้ในงานวิจัย	12
2.3 ข้อมูลวัสดุอุปกรณ์และกรรมวิธีการผลิตเครื่องรอกดิน	14
2.4 ข้อมูลสัดส่วนสัดส่วนมนุษย์กับการออกแบบ	31
2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	37
2.6 ข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องจักรกล	40
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	46
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	33
3.1 ศึกษารูปแบบและสำรวจความต้องการข้อมูลปัญหาของกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยด้วยสะแก	49
3.2 ออกแบบและสร้างเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับตลาดเพาะกล้า	49
3.3 ทดสอบประสิทธิภาพการรอกดินในตลาดเพาะได้ตามปริมาณที่กำหนด	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 เก็บผลการทดสอบปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืช สำหรับถาดเพาะกล้า	50
3.5 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสรุปผล	50
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	40
4.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบสำรวจความต้องการสำรวจความต้องการข้อมูล ปัญหาของกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก	53
4.2 ออกแบบและสร้างเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า	54
4.3 สรุปผลทดสอบประสิทธิภาพและเก็บผลการทดสอบปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่อง รอกดินในถาดเพาะได้ตามปริมาณที่กำหนด	55
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	59
5.1 สรุปผลการวิจัย	59
5.2 อภิปรายผล	60
5.3 ข้อเสนอแนะ	61
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก	63
ภาคผนวก ก แบบประเมิน	64
ภาคผนวก ข เขียนแบบเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า	66
ภาคผนวก ค ภาพเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า	69
ภาคผนวก ง ประวัติผู้วิจัย	76

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างการใช้งานหลักกล้าเครื่องมือ	23
2.2 ตารางแสดงสัดส่วนต่างๆ ของน็อต	30
2.3 แสดงตัวเลขขนาดของน๊วมือและมือในมิติต่างๆ	34

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก	7
2.2 หมู่บ้านรวมกลุ่มมีเนื้อที่ 380 ไร่ สำหรับปลูกผักกลางแจ้ง	7
2.3 ดินสำหรับปลูกกล้า	8
2.4 ภาตปลูกกล้า	8
2.5 กรอกดินใส่ภาต ปาดให้ดินเรียบ ใช้ภาตต่อไปกดทับภาตที่กรอกดินเสร็จแล้ว	9
2.6 หยอดเมล็ดด้วยมือลงที่ละหลุม แล้วปาดดินปิดเมล็ดอีกครั้ง	9
2.7 ต้นกล้าในภาตเพาะเมล็ด	10
2.8 พืชผักในโรงเรือนผักปลอดภัยห้วยสะแก	11
2.9 พืชผักในหมู่บ้านกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก	11
2.10 เมล็ดพืชชนิดกลมขนาดประมาณ 2 มม. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้หยอดกับเครื่องหยอดเมล็ด	12
2.11 ผักสลัด กลุ่มตัวอย่าง 4 ชนิด ได้แก่ บัตเตอร์เฮด เรดโอ๊ค กรีนโอ๊ค เรดคอรัล.	13
2.12 ภาตเพาะเมล็ด 200 หลุม	13
2.13 ดินเพาะกล้าพืชผสม	14
2.14 เฟืองสะพาน	26
2.15 แสดงภาพการวัดมือและนิ้วมือในมิติต่าง ๆ	35
2.16 แสดงภาพสัดส่วนมือด้านหน้าและด้านข้าง	36
2.17 แสดงภาพสัดส่วนของมือกำโดยรอบวัตถุ	36
2.18 แสดงภาพระยะห่างของการพับข้อมือขึ้นและลงและระยะการบิดข้อมือไปด้านข้าง	36
2.19 แผนผังขบวนการออกแบบ	41
4.1 ภาพเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับภาตเพาะกล้า	54
4.2 เมล็ดผักสลัดตัวอย่าง ขนาดเมล็ด 1.5 มิลลิเมตร – 2.00 มิลลิเมตร	55
4.3 กรอกดินลงภาตเพาะกล้าขนาดภาต 200 หลุม	56
4.4 ภาตเพาะกล้าขนาดภาต 200 หลุมที่กรอกดินและกดดินแล้ว	56
4.5 อัตราการหยอดจากเครื่อง	57
4.6 การงอกของพืชที่หยอดจากเครื่อง	57

บทที่ 1

บทนำ

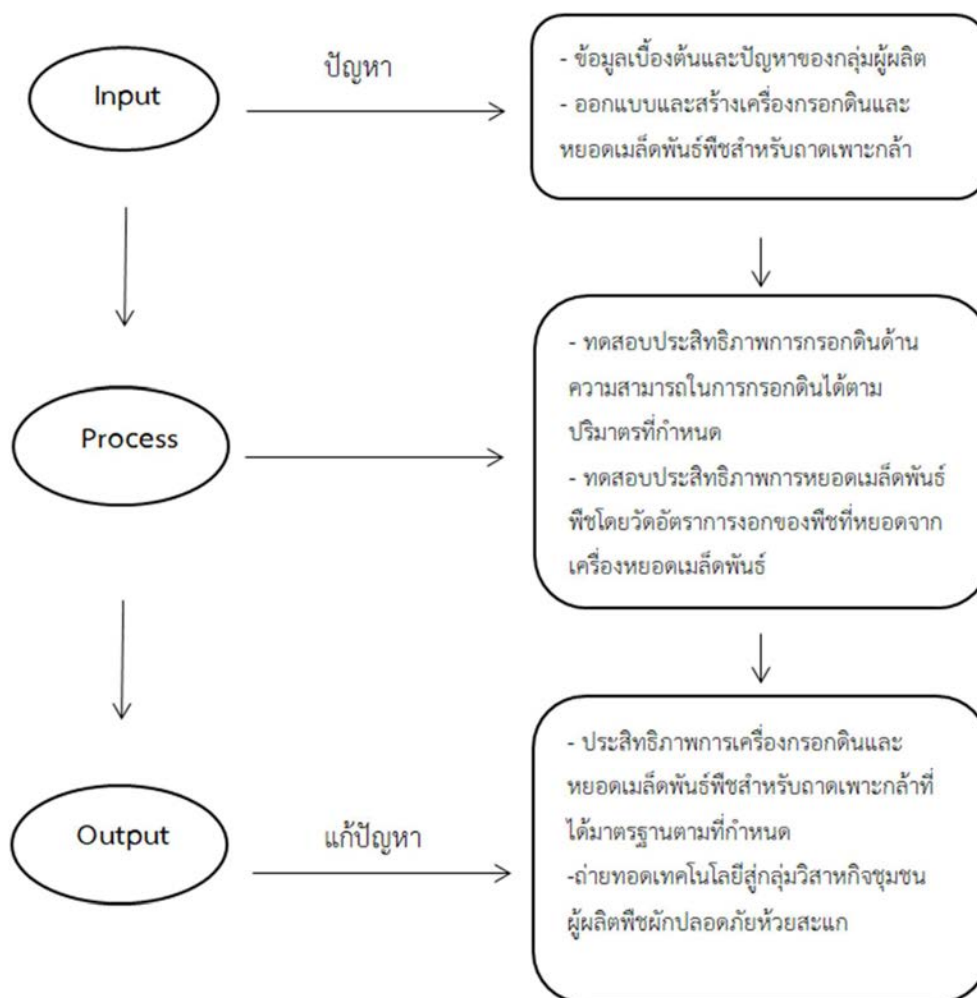
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยสามารถยกระดับการพัฒนาให้บรรลุตามวิสัยทัศน์เป็น“ประเทศที่มีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน และเป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” มีเป้าหมายระยะยาวเพื่อพัฒนาประเทศไทยให้มีการเปลี่ยนแปลงในทุกมิติ ทุกรูปแบบและทุกระดับในภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และภาคบริการ พัฒนายกระดับไปสู่การใช้เทคโนโลยี และนวัตกรรมในการสร้างมูลค่าเพิ่ม เพื่อยกระดับฐานรายได้ของประชาชนในภาพรวม และกระจายผลประโยชน์ไปสู่ภาคส่วนต่าง ๆ ประเทศไทยมีประเด็นยุทธศาสตร์ชาติที่ 6 ในข้อที่ 4.2 ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน มีเป้าหมายการพัฒนาที่มุ่งเน้น ขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคตที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้ทั้งในภาคเกษตร อุตสาหกรรมและบริการและการท่องเที่ยว โดยให้ประเทศสามารถยกระดับการผลิตทางการเกษตรเพื่อสร้างมูลค่าให้สูงขึ้น เน้นการผลิตและการค้าสินค้าเกษตรในเวทีโลก ด้วยพื้นฐานทางพืชเกษตรเขตร้อน และมีข้อได้เปรียบด้านความหลากหลายทางชีวภาพ ขับเคลื่อนการเกษตรด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ให้ความสำคัญกับการเพิ่มผลิตทั้งเชิงปริมาณและมูลค่า เพื่อรักษาระดับรายได้เดิมและสร้างฐานอนาคตใหม่ เกี่ยวกับการเกษตรอัตลักษณ์พื้นถิ่น เกษตรปลอดภัย เกษตรชีวภาพ เกษตรแปรรูป และเกษตรอัจฉริยะ เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้น

จังหวัดเพชรบูรณ์มีพื้นที่ทั้งสิ้น 7,747,383 ไร่ จากข้อมูลการใช้ที่ดินจังหวัดเพชรบูรณ์ ปี 2560 – 2562 แบ่งพื้นที่ถือครองทางการเกษตร 4,481,747 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 57.8 พื้นที่ป่าไม้ 2,660,176 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 34.33 และจากข้อมูลการใช้ดินทางการเกษตรของจังหวัดเพชรบูรณ์ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่พืชไร่ 2,322,739 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 51.82 รองลงมาเป็นพื้นที่นา 1,271,188 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 28.36 (สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์ 2563) เห็นได้ว่าพื้นที่ในจังหวัดเป็นที่ทำการเกษตรเสียส่วนใหญ่ และวิสัยทัศน์ของจังหวัดเพชรบูรณ์ ดินแดนแห่งความสุขของคนอยู่และผู้มาเยือน “จังหวัดเพชรบูรณ์มุ่งส่งเสริมการเกษตรปลอดภัย ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ที่ใช้ศักยภาพทางธรรมชาติและวัฒนธรรมที่เป็นจุดเด่น พร้อมกับการพัฒนายกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนและสังคมอย่างยั่งยืน เพื่อให้ไปสู่การเป็นเมืองแห่งความสุขของคนอยู่และผู้มาเยือน” และในประเด็นการพัฒนาที่ 1 ของจังหวัดคือ การส่งเสริมเกษตรปลอดภัยและเกษตรอินทรีย์อย่างครบวงจร โดยรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมสินค้าเกษตรตั้งเป้าหมายในประเทศไทยเป็นครัวของโลก ตลอดจนนโยบายอาหารปลอดภัย (Food Safety) จึงเป็นโอกาสให้แก่เกษตรกรในการเพิ่มมูลค่าและรายได้ผลผลิตจากการเกษตรกรรม (แผนพัฒนาจังหวัดเพชรบูรณ์ 5 ปี พ.ศ. 2561 - 2565)

วิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก ตั้งอยู่ที่ 98 หมู่ 8 ต.ห้วยสะแก อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ประธานกลุ่มคือ คุณปิยภัทร เสมาทอง มีสมาชิกเป็นกลุ่ม 38 ราย มีเนื้อที่ 380 ไร่ หมู่บ้านแห่ง

1.3 ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



1.4 ขอบเขตของการวิจัยมีดังนี้

1) ขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย

- พื้นที่ในการศึกษา คือ วิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก ตำบลห้วยสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

- พื้นที่ในการทำวิจัยเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชของเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า ที่สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และที่วิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก ตำบลห้วยสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

2) ขอบเขตด้านเนื้อหาและการออกแบบ

- ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในกระบวนการออกแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

- ออกแบบและสร้างเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้าขนาด 200 หลุม

- ทดสอบประสิทธิภาพการกรอกดินด้านความสามารถในการกรอกดินได้ตามปริมาตรที่กำหนด

- ทดสอบประสิทธิภาพการวัดเปอร์เซ็นต์อัตราการหยอดและงอกของพืชที่หยอดจากเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

3) ขอบเขตด้านประชากรและการทำงานของเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ

- ทดสอบกับเมล็ดพืชผักสวนครัว ผักสลัด ที่เป็นเมล็ดกลม 4 ชนิด ขนาดเม็ดประมาณ 1.5 - 2 มิลลิเมตร ได้แก่ เมล็ดบัตเตอร์เฮด เรดโอ๊ค กรีนโอ๊ค เรดคอรัล

- เครื่องสามารถกรอกดินในถาดขนาด 200 หลุม

- การวัดเปอร์เซ็นต์อัตราการหยอดและงอกของพืชที่หยอดจากเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

- การวัดระยะเวลาการทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักร

- กลุ่มเป้าหมาย สมาชิกกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก

4) ขอบเขตด้านระยะเวลา

- การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 1 ปี

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

วิธีการดำเนินงานวิจัยการออกแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า มีดังนี้

1.5.1 ลงพื้นที่ศึกษาข้อมูลปัญหาของกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการออกแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

1.5.2 ออกแบบและสร้างเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

1.5.3 ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน การกรอกดินในถาดเพาะได้ตามปริมาตรที่กำหนด ประสิทธิภาพการทำงานในการจับระยะเวลาระหว่างการทำงานระหว่างคนกับเครื่องหยอดเพื่อเปรียบเทียบเวลา และการวัดเปอร์เซ็นต์อัตราการหยอดและการงอกของพืชที่หยอดจากเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

1.5.4 เก็บผลการทดสอบ ปรับปรุงประสิทธิภาพและการทำงานของเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

1.5.5 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสรุปผลจัดทำรูปเล่มรายงานวิจัย

1.5.6 ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก ตำบลห้วยสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์และบุคคลที่สนใจ

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 เครื่องกรอกดิน หมายถึง เครื่องที่สามารถกรอกดินใส่ถาดเพาะกล้า เฉพาะถาด 200 หลุม กัดดินและหยอดเมล็ดพืชผักสวนครัวชนิดเมล็ดกลมขนาดเมล็ด 1.5 มิลลิเมตร – 2.00 มิลลิเมตร ได้

1.6.2 พืชผักสวนครัว หมายถึง พืชผักสวนครัว ผักสลัด ที่เป็นเมล็ดกลมแบบเคลือบ 4 ชนิด ได้แก่ เมล็ดบัตเตอร์เฮด เรดโอ๊ค กรีนโอ๊ค เรดคอรัล

1.6.3 ถาดเพาะกล้า หมายถึง ถาดทดสอบขนาด 200 หลุม

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ได้เครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชผักสวนครัวสำหรับถาดเพาะกล้า ที่มีความสะดวกในการทำงาน รวดเร็วและประหยัดเวลาในการทำงาน เคลื่อนย้ายง่าย แก้ไขปัญหาต้นทุนการผลิตสินค้าเกษตรของกลุ่มเกษตรกร เช่น ค่าแรง ลดระยะเวลาการทำงาน โดยอุปกรณ์ที่สร้างมีประสิทธิภาพในการผลิตต้นกล้าและมาตรฐานในการผลิต สามารถต่อยอดเชิงพาณิชย์ได้

1.8 คำสำคัญ (keywords) ของแผนงานวิจัย

เครื่องกรอกดิน

Tray filler

เครื่องหยอดเมล็ดพืช

Sowing machine , young plant

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการออกแบบเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า
ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบโดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

- 2.1 ข้อมูลประวัติความเป็นมาเกี่ยวกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก
- 2.2 ข้อมูลวัสดุอุปกรณ์เกี่ยวกับการเกษตรที่ใช้ในงานวิจัย
- 2.3 ข้อมูลวัสดุอุปกรณ์และกรรมวิธีการผลิตเครื่องรอกดิน
- 2.4 ข้อมูลสัดส่วนสัดส่วนมนุษย์กับการออกแบบ
- 2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- 2.6 ข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องจักรกล
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลประวัติความเป็นมาเกี่ยวกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก

วิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก ตั้งอยู่ที่ 98 หมู่ 8 ต.ห้วยสะแก อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ประธานกลุ่มคือ คุณปิยภัทร เสมทอง มีสมาชิกเป็นกลุ่ม 38 ราย มีเนื้อที่ 380 ไร่ หมู่บ้านแห่งนี้ถือว่าเป็นพื้นที่มหัศจรรย์ที่ชาวบ้านแห่งนี้รวมกลุ่มกัน สร้างอาชีพปลูกผักปลอดสารเคมี สร้างรายได้เกิดเป็นความสุขในชุมชน กลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแกมีการปลูกพืชผักหลายชนิด เช่น กะหล่ำปลี มะเขือ ถั่วฝักยาว พริกชี้หนู แตงกวา ฝรั่งสด ฯลฯ มีการเพาะเมล็ดพันธุ์พืชผักออร์แกนิกออกจำหน่าย มีการพัฒนาทุกด้านอย่างต่อเนื่อง ผ่านการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ SDGs PGS ประเภทการรับรอง อินทรีย์ (Organic) จากสมาพันธ์เกษตรกรรมยั่งยืนแห่งประเทศไทย สามารถนำสินค้าส่งออกจำหน่ายไปยังตลาดชุมชน และห้างสรรพสินค้าสร้างรายได้ให้กับกลุ่มมากกว่า 200,000 บาท เนื่องจากส่งขายเป็นรายใหญ่ และรับผลิตต้นกล้าปัญหาของการผลิตต้นกล้าคือ ยังใช้แรงงานคนอยู่ซึ่งจะได้เนื่องานช้า ใช้เวลามาก ต้องระดมสมาชิกมาช่วยกันถ้าวันไหนสมาชิกไม่มาหรือมาน้อย ก็จะทำให้งานล่าช้า ทางกลุ่มจึงอยากได้เครื่องที่สามารถรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชผักเพื่อลดแรงงานคนและเวลา



ภาพที่ 2.1 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก



ภาพที่ 2.2 หมู่บ้านรวมกลุ่มมีเนื้อที่ 380 ไร่ สำหรับปลูกผักกลางแจ้ง

วัดฤติบ อุปกรณ์ในการปลูกเมล็ดผักของกลุ่ม



ภาพที่ 2.3 ดินสำหรับปลูกลำ



ภาพที่ 2.4 ถาดปลูกลำ

พฤติกรรมการทำงานแบบเดิมของกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยด้วยสะแก



ภาพที่ 2.5 กรอกดินใส่ถาด ปาดให้ดินเรียบ ใช้ถาดต่อไปกดทับถาดที่กรอกดินเสร็จแล้ว



ภาพที่ 2.6 หยอดเมล็ดด้วยมือลงที่ละหลุม แล้วปาดดินปิดเมล็ดอีกครั้ง

สรุปกระบวนการหยอดเมล็ดแบบเดิม

1. กรอกดินใส่ถาดเพาะกล้า
2. ปาดให้ดินเรียบ
3. ใช้ถาดต่อไปกดทับถาดที่กรอกดินเสร็จแล้ว ช้อนกันเป็นชั้นๆ
4. หยอดเมล็ดด้วยมือลงทีละหลุม
5. ปาดดินปิดเมล็ดอีกครั้ง



ภาพที่ 2.7 ต้นกล้าในถาดเพาะเมล็ด



ภาพที่ 2.8 พืชผักในโรงเรือนผักปลอดภัยห้วยสะแก



ภาพที่ 2.9 พืชผักในหมู่บ้านกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก

2.2 ข้อมูลวัสดุอุปกรณ์เกี่ยวกับการเกษตรที่ใช้ในงานวิจัย



ภาพที่ 2.10 เมล็ดพืชชนิดกลมขนาดประมาณ 2 มม. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้หยอดกับเครื่องหยอดเมล็ด



ภาพที่ 2.11 ผักสลัด กลุ่มตัวอย่าง 4 ชนิด ได้แก่ บัตเตอร์เฮด เรดโอ๊ค กรีนโอ๊ค เรดคอรัล



ภาพที่ 2.12 ถาดเพาะเมล็ด 200 หลุม



ภาพที่ 2.13 ดินเพาะกล้าพืชผสม

2.3 ข้อมูลวัสดุอุปกรณ์และกรรมวิธีการผลิตเครื่องกรอกดิน

2.3.1 วัสดุที่เป็นโลหะมี ดังนี้

1. อลูมิเนียม

โลหะพวกอลูมิเนียมมีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด คือใช้ในการทำภาชนะบรรจุวัตถุดิบต่างๆ อลูมิเนียมที่ใช้ควรจะเป็นชนิดที่ผสมกับโลหะอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อให้มีความแข็งแรงเพียงพอและทนต่อการกัดกร่อนได้

2. เหล็กปลอดสนิม

เหล็กปลอดสนิมนั้นนิยมใช้กันทั่วไปในการสร้างอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนของเครื่องมือที่จะต้องสัมผัสกับอาหาร การที่เหล็กปลอดสนิมทนทานต่อการกัดกร่อนได้อย่างดีนั้น เนื่องมาจากมีการเคลือบด้วยฟิล์มของ Chromium Oxide อย่างไรก็ดี ถึงแม้ว่าจะเป็นเหล็กปลอดสนิมที่มีความทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดีที่สุด ก็ยังพบว่าถูกกัดกร่อนได้ถ้าไม่ได้รับการระวังรักษาเป็นอย่างดี โดยทั่วไปจะใช้เหล็กปลอดสนิมชนิด 304L และ 316L ในบริเวณที่มีการเชื่อม เพื่อป้องกัน Intergranular Corrosion โดยเฉพาะอย่างยิ่งในท่อหรือถังคั่นน้ำ ซึ่งมีการทำความสะอาดแบบ Clean-In-Place ส่วนอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการแปรรูปอาหารนั้น มักจะใช้เหล็กปลอดสนิมชนิด NO.4 (120-150 GRIT) Polished Finish แต่บางกรณีก็จะใช้ชนิด 180 Grit Polished มากกว่าตัวอย่างอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้เหล็กปลอดสนิม

3. เหล็ก (Steel)

แร่เหล็กพบอยู่มากมายในโลก ประกอบกับการถลุงเหล็กก็กระทำได้ไม่ยากนักเครื่องจักร เครื่องมือตลอดจนอุปกรณ์ทางช่างกลต่างๆ ส่วนมากทำด้วยเหล็กทั้งเหล็กเส้นและเหล็กกล้า เป็น โลหะที่ใช้งานมากกว่าโลหะอื่นรวมกัน แม้ว่าเหล็กกล้าจะสามารถหล่อลงแบบให้มีรูปร่างต่างๆ ที่ สลับซับซ้อนได้โดยตรงก็ตามแต่ ส่วนมากจะหล่อเหล็กกล้าเป็นแท่ง (Ingot) ไว้ใช้สำหรับนำไปทำ ท่อเหล็กเส้น เหล็กแผ่น หรือมีรูปร่างอื่นต่อไป

เหล็กกล้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. เหล็กกล้าธรรมดา (Plain Carbon Steels)
2. เหล็กกล้าผสม (Alloy steels)

เหล็กกล้าสามารถแบ่งแยกประเภทได้ตามจำนวนธาตุต่างๆ ที่ผสมอยู่ใน คาร์บอนเป็น ธาตุที่สำคัญมากที่สุด เหล็กกล้าชนิดธรรมดา จะมีเนื้อเหล็กและคาร์บอนเป็นธาตุหลัก เหล็กกล้าชนิด นี้จะแยกรหัส เช่น 10xx เลขสองตัวแรกจะหมายถึงเหล็กกล้าชนิดธรรมดา เลขตัวที่ 3 และตัวที่ 4 หมายถึง ส่วนผสมของคาร์บอนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 1/100 เช่น 1035 Steel หมายถึง เหล็กกล้าที่มี ส่วนผสมต่ำและทนแรงดึงดูด เหล็กกล้าที่ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร เหล็กกล้าทำเครื่องมือ เหล็ก สแตนเลส เหล็กใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า

การทำเส้นลวด เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ท่อเหล็ก หรือเหล็กรูปต่างๆ ทำโดยการนำเอาแท่ง เหล็กกล้าไปเผาให้ร้อนแล้วนำไปรีด นำไปอัด หรือนำไปดึงให้ได้รูปต่างๆ ตามต้องการแท่งเหล็กกล้านี้ จะหล่อไว้ เป็นแท่งๆ น้ำหนักของเหล็กอาจมีตั้งแต่ 300 ปอนด์ถึง 25 ตัน

4. สแตนเลส สตีล (Stainless Steel) ทวีศักดิ์ อ่วมน้อย.(2543:60-61)

ปกติแล้วเหล็กจะเกิดออกซิเดชัน (Oxidize) ของเหล็กเรียกว่า สนิมเหล็ก ซึ่งจะเกิดเป็น แผ่นบางๆ จับอยู่ที่ผิวของเหล็ก แผ่นของเหล็กจะไม่คงทน ถูกทำลายได้ง่าย ไม่สามารถป้องกันการ กร่อนได้เมื่อเปรียบเทียบกับโลหะอื่นๆ เช่น อลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง เป็นต้น โลหะเหล่านี้ จะถูกออกซิไดซ์ในอากาศแล้วจะเกิดเป็นแผ่นอลูมิเนียมออกไซด์หรือเกิดสนิมของอลูมิเนียมแผ่นจะมี ความคงทนสามารถต้านทานการกัดกร่อนได้โดยจะเป็นเสมือนเกราะหุ้มไม่ให้อากาศและความชื้นเข้าไปทำปฏิกิริยาได้อีก

ถ้าในส่วนผสมของโลหะธาตุบางประเภทเข้าไป เช่น โครเมียม และนิกเกิล ในปริมาณที่สูง ในเหล็ก เหล็กจะกลายเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม ซึ่งสามารถต้านทานการกัดกร่อนได้ดีขึ้น และมี คุณสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้นกว่าเดิม

คุณลักษณะทางกายภาพ

สแตนเลส สตีล ที่ใช้ในการอุตสาหกรรมนั้น จะต้องมีส่วนผสมของโครเมียม

13 % คาร์บอน 0.2 – 0.4 % ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้ ทนต่อการกัดกร่อนในสภาพ บรรยากาศ มีความเหนียวเมื่อนำไปอบ ณ อุณหภูมิ 500-700 องศาเซลเซียส ทนต่อแรงดึง

สแตนเลส สตีล แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ตามชนิดของโครงสร้างซึ่ง ได้แก่

ก Austenitic Standless Steel ประกอบด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม 18% นิกเกิล 8% และธาตุอื่นๆ ผสมอยู่ประมาณ 2-4% ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า Chrome - Nikel ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กอยู่เลย

ข Martensitic Standless Steel จะประกอบด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5 – 17% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน (c) อีกไม่เกิน 1.2% Standless Steel ประเภทนี้ จะมีความแข็งแรงอยู่มาก แต่ก็มีควมเปราะมากอีกเช่นกัน

ค Ferritic Standless Steel ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม อยู่ระหว่าง 17-27 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2 % Standless Steel ประเภทนี้จะมีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

2.3.2 เหล็กกล้าเครื่องมือ (Tool Steels)

ความหมายของเหล็กกล้าเครื่องมือ

เหล็กกล้าเครื่องมือ คือ เหล็กกล้าที่ใช้สำหรับทำเครื่องมือขึ้นรูปโลหะเป็นส่วนใหญ่ เช่น แบบหล่อโลหะในขบวนการอัดฉีดโลหะร้อน (Die Casting) แม่พิมพ์สำหรับตีขึ้นรูป หรือตัดวัสดุต่างๆ ซึ่งรวมถึงเหล็ก โลหะนอกกลุ่มเหล็ก และพลาสติก

เหล็กกล้าเครื่องมือจัดเป็นเหล็กกล้าที่มีคาร์บอนและธาตุผสมอื่นๆ ในปริมาณสูง เพื่อให้มีความสามารถในการชุบแข็งสูงและเพื่อสร้างคาร์ไบด์ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้านทานการสึกหรอ

คุณสมบัติที่สำคัญของเหล็กกล้าเครื่องมือ

ความสามารถในการชุบแข็ง (Hardenability) คือ คุณสมบัติที่เหล็กกล้าที่บ่งถึงความยากง่ายในการชุบแข็งและความลึกของเหล็กที่แข็งขึ้นจากการชุบแข็ง (Quenching) คุณสมบัตินี้จะขึ้นกับส่วนผสมทางเคมีและขนาดของเกรนของเหล็กกล้า โดยเหล็กกล้าที่มีความสามารถในการชุบแข็งสูง จะสามารถทำการชุบแข็งได้ง่ายด้วยลม แต่ถ้าเหล็กกล้ามีความสามารถในการชุบแข็งต่ำ การชุบแข็งด้วยลมจะไม่สามารถทำได้เฟสมาร์เทนไซต์ จึงอาจต้องทำการชุบแข็งด้วยน้ำหรือของเหลวอื่น ซึ่งจะมีผลต่อการบิดตัวของชิ้นงานที่ทำการชุบ คุณสมบัตินี้เพิ่มขึ้นตามปริมาณธาตุผสม ดังนั้นการทำให้ได้ชิ้นงานที่มีความแข็งแรงสูงตลอดชิ้น หรือสามารถชุบแข็งได้ลึก จึงควรเลือกใช้เหล็กกล้าที่มีธาตุผสมสูง โดยโคบอลต์เป็นเพียงธาตุเดียวที่ลดคุณสมบัตินี้

ความเหนียว (Toughness) คือ ความสามารถในการรับพลังงานของวัสดุก่อนที่จะเกิดการแตกหัก เหล็กกล้าเครื่องมือที่ถือว่ามีความสมบัติด้านความเหนียวที่ดี คือ กลุ่มที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำหรือปานกลาง คุณสมบัตินี้จำเป็นสำหรับการใช้งานในสภาวะที่ต้องรับแรงกระแทก

ความทนต่อการเสียดสี (Wear resistance) คือ ความสามารถทนต่อการถูกขัดสี ซึ่งรวมถึงการเสียดสีของคมตัดด้วย คุณสมบัตินี้จะเกี่ยวข้องกับความแข็งของเหล็ก และปริมาณคาร์ไบด์ที่ไม่

ละลาย (คาร์ไบด์ที่ไม่ละลายตัวเมื่อมีการใช้งานในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง) โดยหากเหล็กกล้าเครื่องมือมีความแข็งแรงสูงก็จะทนการเสียดสีได้ดี หรือหากมีคาร์ไบด์ที่ไม่ละลาย (แม้อุณหภูมิสูง) ก็จะทำให้ทนการเสียดสีได้ดีขึ้นเช่นกัน เนื่องจากคาร์ไบด์จะมีความแข็งแรงสูง

การรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง (Red-hardness) เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับการใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือที่ต้องได้รับความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงกว่า 480 °C โดยธาตุผสมที่ทำให้เกิดคาร์ไบด์ที่เสถียรจะช่วยปรับปรุงคุณสมบัตินี้ ซึ่งจะทำให้เหล็กกล้าเครื่องมือไม่อ่อนลง (ความแข็งแรงลดลง) อันเนื่องมาจากผลของความร้อนในขณะที่ใช้งานที่อุณหภูมิสูง หรือในขณะที่ทำการอบ คืบตัว (Tempering)

ความสามารถในการกลึงไส (Machinability) คือ ความสามารถของโลหะที่จะกลึงไส ตกแต่งได้ง่าย และมีผิวที่เรียบภายหลังการกลึงไส

ความต้านทานการสูญเสียคาร์บอน (Resistance to decarburization) การสูญเสียคาร์บอนซึ่งจะเกิดเมื่ออบเหล็กที่อุณหภูมิสูงกว่า 704 °C (1300°F) เป็นผลให้ความแข็งแรงที่ได้ภายหลังการชุบแข็ง ต่ำลง เหล็กกล้าเครื่องมือที่มีคุณสมบัตินี้ต่ำจะต้องมีวิธีป้องกัน ควบคุมบรรยากาศในการอบชุบความร้อนเพื่อไม่ให้ชิ้นงานสูญเสียคาร์บอนโดยเฉพาะที่ผิว สำหรับเหล็กกล้าเครื่องมือที่มีคาร์บอนเป็นส่วนผสมหลักจะสามารถต้านทานการสูญเสียคาร์บอนได้ดี

การไม่เปลี่ยนรูปร่างหรือขนาด (Non deformation properties) คุณสมบัตินี้สัมพันธ์กับความสามารถในการชุบแข็ง โดยทั่วไปเหล็กกล้าที่สามารถชุบแข็งได้ด้วยลมจะมีการบิดตัวน้อยที่สุด เหล็กกล้าที่ทำการชุบแข็งด้วยน้ำมันทำให้เกิดการบิดตัวปานกลาง และเหล็กกล้าที่ทำการชุบแข็งด้วยน้ำทำให้เกิดการบิดตัวสูงที่สุด ดังนั้นในการออกแบบเลือกเหล็กกล้าเครื่องมือจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติด้านนี้ด้วย

การแบ่งกลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือ

แบ่งเหล็กกล้าเครื่องมือตามลักษณะการใช้งานจะสามารถแบ่งได้ 6 ประเภทดังนี้

1. เหล็กกล้าเครื่องมือชุบแข็งด้วยน้ำ เป็นเหล็กกล้าคาร์บอน (Plain Carbon) ที่ผสมคาร์บอน ตั้งแต่ 0.60-1.40% ดังนั้นคุณสมบัติด้านการชุบแข็ง หรือความลึกของผิวชุบแข็งจึงต่ำ และจำเป็นต้องชุบแข็งด้วยน้ำ ในบางเกรดอาจมีการผสมโครเมียมหรือวานาเดียมลงไปเล็กน้อยเพื่อเพิ่มความสามารถในการชุบแข็ง และทนต่อการเสียดสี เหล็กกล้ากลุ่มนี้จะมีราคาถูกกว่ากลุ่มอื่น และมีจุดเด่น คือ สามารถกลึงไสเพื่อตกแต่งชิ้นงานได้ง่าย สูญเสียคาร์บอนที่ผิวยาก จุดด้อยของเหล็กกล้ากลุ่มนี้ คือ การชุบแข็งด้วยน้ำอาจมีผลทำให้ชิ้นงานบิดเบี้ยวได้ง่าย และไม่สามารถทนต่อความร้อนได้ จึงไม่สามารถใช้สำหรับงานตัดที่รุนแรงหรือใช้งานซ้ำๆ กันจนเกิดความร้อนได้ ดังนั้นโดยทั่วไปจึงไม่นิยมใช้งานกัน อาจมีการใช้งานบ้างสำหรับทำเครื่องมือตัดที่ใช้ความเร็วต่ำและตัดด้วยแรงเบาๆ เช่น ไม้ อะลูมิเนียม แม่พิมพ์สำหรับทุบหัวขึ้นรูปเย็น (Cold Heading) เป็นต้น ตัวอย่างการใช้งานของเหล็กกล้ากลุ่มนี้ เช่น W1 W2 และ W5

2. เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็น (Cold Work Tool Steels) เป็นกลุ่มที่ใช้ผลิตเครื่องมือสำหรับนำไปใช้ในงานแปรรูปโลหะที่ไม่ได้ให้ความร้อนก่อนการแปรรูป เช่น แม่พิมพ์ตัดแผ่นโลหะเย็น ใบมีดตัดกระดาษ เพื่องัดไม้ คัตเตอร์ เป็นต้น คุณสมบัติสำคัญที่ต้องการสำหรับเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้ คือ ความสามารถในการกลึงไสดี เปลี่ยนแปลงขนาดน้อยหลังการชุบแข็ง(เนื่องจากการชุบแข็งจะทำโดยการชุบน้ำมันหรือให้เย็นตัวในอากาศ) ด้านทานการสึกหรอสูง และมีความเหนียวทนแรงอัดกระแทกได้ดี เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็น ได้แก่ เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นประเภทชุบด้วยน้ำมัน เป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติด้านทานการสึกหรอสูง และมีความแข็งสูง ซึ่งเป็นผลมาจากมีปริมาณคาร์บอนสูง และคาร์ไบด์ขนาดเล็กที่มีอยู่อย่างกระจาย ธาตุผสมเพียงเล็กน้อยของโครเมียม โมลิบดีนัม และทังสเตน ทำให้สามารถชุบแข็งได้ด้วยน้ำมัน ซึ่งมีข้อดีกว่าเหล็กกล้าเครื่องมือชุบแข็งด้วยน้ำ เนื่องจากการชุบแข็งด้วยน้ำมันจะทำให้ชิ้นงานบิดตัว และมีโอกาสแตกน้อยกว่าการชุบแข็งด้วยน้ำอย่างมาก ตัวอย่างการใช้งานเหล็กกล้ากลุ่มนี้ ได้แก่ เครื่องทำเกลียว (Taps) เครื่องคว้าน (Reamers) ใบตัด (Circular Cutters) เครื่องคว้านรู (Broaches) สว่าน (Drills) แม่พิมพ์เจาะรู (Blanking Dies) หัวกด (Punches) แม่พิมพ์ขึ้นรูป (Forming Dies) แม่พิมพ์สำหรับงานตัดขอบเย็น (Cold-Trimming Dies) ใบมีดตัดขนาดเล็ก (Small Shear Blades) แม่พิมพ์งานลากขึ้นรูป (Drawing Dies) รวมถึงแม่พิมพ์สำหรับพลาสติกหรือยาง เป็นต้น

โดยทั่วไปเกรดที่มีการใช้งานกันมาก ได้แก่ O1 เนื่องจากมีความสามารถในการชุบแข็งสูง และเกรนขยายตัวช้าที่อุณหภูมิสูง นอกจากนี้ยังมีความเหนียวเหนือกว่าเกรดอื่น ๆ เล็กน้อย สำหรับเกรด O6 จะมีคุณสมบัติกลึงไสที่ดีในสภาพการอบอ่อน เนื่องจากการฟอร์มตัวของเกล็ดกราไฟต์ แต่คุณสมบัติการรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูงยังต่ำพอๆ กับเหล็กกล้าเครื่องมือชุบแข็งด้วยน้ำ สำหรับการใช้ในงานที่ต้องการอายุการใช้งานที่นานขึ้นอาจใช้เกรด O7 ซึ่งมีคุณสมบัติด้านทานการสึกหรอสูงที่สุด

เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นประเภทชุบด้วยลม เป็นกลุ่มที่มีธาตุผสมมากกว่าเหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นประเภทชุบด้วยน้ำมัน โดยมีปริมาณคาร์บอนสูงและธาตุผสมสูงปานกลาง ซึ่งจากปริมาณธาตุผสมที่สูงทำให้เหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้มีความสามารถในการชุบแข็งสูง ซึ่งเพียงพอที่จะชุบแข็งให้ได้โครงสร้างมาร์เทนไซต์ด้วยลม การเย็นตัวในอัตราที่ต่ำจะทำให้ชิ้นงานบิดเบี้ยวน้อย ลดโอกาสที่ชิ้นงานจะแตกได้ และมีคุณสมบัติการไม่เปลี่ยนรูปร่างหรือขนาดได้เยี่ยมมากในระหว่างการอบชุบความร้อน นอกจากนี้ปริมาณคาร์ไบด์จำนวนมากทำให้มีคุณสมบัติทนต่อการเสียดสีที่ดี อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีธาตุผสมที่สูง แต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เหล็กกล้ากลุ่มนี้มีคุณสมบัติความสามารถรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูงได้สูงพอที่จะใช้กับงานร้อน หรืองานตัดความเร็วสูง ดังนั้นส่วนใหญ่เหล็กกลุ่มนี้จึงเหมาะกับงานเย็นเท่านั้น

การใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้สามารถใช้งานได้ประเภทเดียวกับกลุ่มที่ชุบด้วยน้ำมัน แต่คุณสมบัติที่เหนือกว่า คือ ความสามารถในการชุบแข็ง ซึ่งจะมีข้อได้เปรียบด้านการบิดเบี้ยวของชิ้นงานที่น้อยกว่า และเพิ่มความปลอดภัยในระหว่างการชุบแข็ง เกรดที่นิยมใช้งานกันมาก ได้แก่ A2

สำหรับเกรดอื่นที่มีการใช้งานอยู่บ้าง ได้แก่ A6 A8 และ A10 (มีกราฟฟอสเฟตในโครงสร้าง เพื่อเพิ่มความสามารถในการกลึงไส)

เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นประเภทคาร์บอนสูงและโครเมียมสูง เป็นกลุ่มที่มีการใช้งานกันมากที่สุดในกลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือเย็น วัตถุประสงค์หลัก คือ คาร์บอน โครเมียม และโมลิบดีนัม โดยมีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอ และการเสียดสีที่ดีเยี่ยม ทำให้สามารถรักษาคมตัดไว้ได้นาน ซึ่งเป็นผลมาจากการมีปริมาณคาร์ไบต์ในระดับสูง และโครงสร้างเทมเปอร์มาร์เทนไซด์ภายหลังการชุบแข็งและอบคืนตัว (Tempering) อย่างไรก็ตามข้อจำกัดประการสำคัญของเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้ คือ ความสามารถในการกลึงไสที่ต่ำมาก และมีความเหนียวที่ลดต่ำลงเมื่อเทียบกับเหล็กกล้าเครื่องมือเย็นในกลุ่มอื่น

การใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้สามารถใช้กับงานเย็นได้ทุกประเภท เช่น แม่พิมพ์เจาะรู (Blanking Dies) ใบมีดตัด (Slitting Cutters) แม่พิมพ์ขึ้นรูป (Forming Dies) แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึก (Deep-Drawing Dies) แม่พิมพ์ดึงลวด (Wire-Drawing Dies) แม่พิมพ์อัดขึ้นรูปเย็น (Cold-Extrusion Dies) ลูกรีดสำหรับดัดโค้งและขึ้นรูป (Bending And Forming Rolls) ใบมีด (Shear Blades) ชิ้นส่วนต่างๆ ที่ทนต่อการสึกหรอ เป็นต้น โดยส่วนใหญ่นิยมใช้งานสำหรับงานแม่พิมพ์ และหัวกดของงานขึ้นรูปเย็น งานเจาะรู (Blanking) เหล็กเกรด D2 จะหาซื้อได้ง่ายและมีการใช้งานมากมากสำหรับการใช้งานที่ต้องการอายุยาวนานขึ้นอาจเลือกใช้กลุ่มที่มีคาร์บอนสูงกว่า ได้แก่ D3 D4 และ D7 ซึ่งจะมีความต้านทานต่อการสึกหรอสูงกว่า D2 แต่จะมีข้อจำกัด คือ การกลึงไสทำได้ยาก

3. เหล็กกล้าเครื่องมือทนต่อแรงกระแทก (Shock resisting Tool steels) เป็นเหล็กกล้าเครื่องมือที่พัฒนาให้มีความเหนียว ความแข็งแรง และความต้านทานการสึกหรอสูง เพื่อใช้สำหรับงานที่ต้องรับแรงกระแทกซ้ำๆ กัน เช่น สิว (Chisel) หัวกด (punch) และแม่พิมพ์ (Die) เป็นต้น โดยความเหนียวสูงเป็นผลจากปริมาณคาร์บอนในระดับปานกลาง และทำให้ภายหลังการอบความร้อนที่เป็นโครงสร้างมาร์เทนไซด์ และมีคาร์ไบต์ละเอียดที่กระจายตัว นอกจากนี้อาตมาแมงกานีส โครเมียม โมลิบดีนัม จะช่วยเพิ่มความสามารถในการชุบแข็ง และช่วยให้คงความแข็งไว้ได้ดีในขณะอบคืนตัว (Tempering) ซิลิกอนจะเพิ่มความแข็งให้กับเฟอไรต์ และช่วยให้คงความแข็งไว้ได้ดีในขณะอบคืนตัวด้วย แต่ข้อเสียของเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้เป็นผลจากปริมาณซิลิกอน ซึ่งจะเร่งให้เกิดการสูญเสียคาร์บอนที่ผิวได้ง่าย ทำให้ความต้านทานต่อการสึกหรอ และความต้านทานต่อความล้าต่ำลง ดังนั้นในการอบชุบความร้อนจะต้องระวังเรื่องนี้ให้มาก เกรดที่นิยมใช้งาน เช่น S1 S2 S5 และ S7 โดย S1 เป็นเกรดที่นิยมใช้งานมาก เพราะจะมีส่วนผสมของทั้งสแตนดาร์ด ซึ่งจะเพิ่มคุณสมบัติต้านทานการสึกหรอ เพิ่มความเหนียว และเพิ่มความสามารถในการรักษาความแข็งไว้ได้ดีที่อุณหภูมิสูงให้ดีกว่าเกรด S อื่นๆ จึงสามารถใช้ในงานที่ต้องทนต่อความร้อนได้ การใช้งาน เช่น สิว ใบมีดตัด (Shear Blades) แม่พิมพ์ขึ้นรูป เครื่องเจาะหิน เป็นต้น

4. เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อน (Hot Work Tool Steels) ในงานบางประเภทที่ต้องใช้อาศัยอุณหภูมิสูงในการแปรรูป เช่น งานทุบขึ้นรูปร้อน (Hot Forging) งานหล่อแบบฉีด (Die

Casting) งานอัดขึ้นรูปร้อน (Hot Extrusion) งานตัดร้อน (Hot Shear Blade) งานอัดร้อน (Hot Press) สิ่งสำคัญ คือ เหล็กกล้าเครื่องมือจะต้องรักษาคุณสมบัติความแข็งที่อุณหภูมิสูงได้ดี (Red Hardness) ด้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Shock) ด้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง และมีความเหนียวที่ดี ธาตุผสมที่จะทำให้ได้คุณสมบัติเหล่านี้ ได้แก่ โครเมียม โมลิบดีนัม และทังสเทน ซึ่งผลรวมของธาตุเหล่านี้จะต้องมีปริมาณอย่างน้อย 5% เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อนที่มีการใช้งาน ได้แก่

เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อนที่มีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลัก จะมีโครเมียมตั้งแต่ 3.25% ขึ้นไป และธาตุผสมอื่นอีกเล็กน้อย เช่น วานาเดียม ทังสเทน โมลิบดีนัม ปริมาณคาร์บอนปานกลางจะช่วยส่งเสริมให้มีคุณสมบัติความเหนียวที่ดี คาร์ไบต์ของโครเมียมและธาตุผสมอื่นที่กระจายละเอียดและขยายตัวช้าในขณะใช้งาน ทำให้ได้คงความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง ซึ่งคุณสมบัติที่ดีเหล่านี้ทำให้เหมาะสำหรับใช้ในงานทุบขึ้นรูปร้อน และงานหล่อแบบฉีด (DieCasting) นอกจากนี้ยังสามารถชุบแข็งได้ด้วยลมแม้ชิ้นงานจะมีขนาดใหญ่ก็ตาม เหล็กกล้ากลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่นิยมใช้งานกันมากที่สุดในกลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อน เกรดที่มีการใช้งานกันมาก คือ H10 H11 H12 H13 และ H14

เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อนที่มีทังสเทนเป็นส่วนผสมหลัก เหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้จะต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่ากลุ่มที่มีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลัก การใช้งาน เช่น แมนเดรลสำหรับแม่พิมพ์งานอัดขึ้นรูปทองเหลือง โลหะนิกเกิลผสม และเหล็กกล้า สำหรับเกรดที่มีการใช้งาน คือ H21 อย่างไรก็ตาม เกรดนี้มีความเหนียวที่อุณหภูมิต่ำกว่ากลุ่มที่มีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลัก และจะมีราคาแพงเนื่องจากทังสเทนที่เป็นส่วนผสมมีราคาสูง การใช้งานจึงไม่นิยมใช้ โดยจะสามารถเลือกใช้เป็นกลุ่มที่ผสมโมลิบดีนัมแทน ซึ่งจะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน

เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อนที่มีโมลิบดีนัมเป็นส่วนผสมหลัก เหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มที่มีทังสเทนเป็นส่วนผสมหลัก จึงทำให้กลุ่มมีข้อได้เปรียบมากกว่าทั้งในด้านราคาที่ถูกลง และความต้านทานต่อการแตกร้าว (Heat Cracking) ในขณะใช้งานลักษณะร้อนเย็นสลับกัน แต่ข้อควรระวัง คือ ในการอบชุบจะสูญเสียคาร์บอนที่ผิวได้ง่าย จึงต้องใช้เตาที่ควบคุมบรรยากาศ เกรดที่มีการใช้งาน เช่น H42

5. เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง (High Speed Tool Steels) เป็นเหล็กกล้าเครื่องมือที่มีจุดมุ่งหมายหลัก เพื่อใช้เป็นวัสดุในการตัดโลหะด้วยความเร็วสูง เช่น ใบเลื่อย (Saws), ใบตัด (Milling Cutters) เป็นต้น คุณสมบัติสำคัญของเหล็กกล้ากลุ่มนี้ คือ ความสามารถในการรักษาความแข็งของคมตัดที่อุณหภูมิสูงกว่าปกติไว้ได้ (ความแข็งของคมตัดยังคงสภาพเดิม แม้จะเกิดความร้อนจนร้อนจัดเป็นสีแดง) ซึ่งเหล็กกล้าเครื่องมือทำงานร้อนจะรักษาความแข็งไว้ไม่ได้ เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงที่มีการใช้งานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

5.1 เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงที่มีทังสเทนเป็นส่วนผสมหลัก ปริมาณทังสเทนที่สูงมาก

(12-20%) จะเพิ่มคุณสมบัติความสามารถรักษาความแข็งแรงได้ที่อุณหภูมิสูง ปริมาณคาร์บอนกับธาตุผสมที่สูงมีผลทำให้ความสามารถในการชุบแข็งสูง และมีปริมาณคาร์ไบด์ที่มีเสถียรภาพสูง (ไม่สลายตัวที่อุณหภูมิสูง) ซึ่งจะมีผลทำให้ต้านทานการสึกหรอดีเยี่ยม นอกจากนี้ส่วนผสมของวานาเดียมซึ่งฟอร์มตัวเป็นคาร์ไบด์ที่มีเสถียรภาพสูง และกระจายตัว จะช่วยป้องกันการขยายตัวของเกรนได้ในช่วงที่อุณหภูมิสูง และทำให้เกรนมีความละเอียดซึ่งส่งผลถึงความเหนียวของเหล็กด้วย เกรดที่นิยมใช้งาน คือ T1

5.2 เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงที่มีโมลิบดีนัมเป็นส่วนผสมหลัก เป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงที่มีทั้งสแตนเป็นส่วนผสมหลัก เนื่องจากโมลิบดีนัมส่งผลให้คุณสมบัติคล้ายคลึงกับการผสมทั้งสแตน โดยพบว่าคุณสมบัติที่สำคัญ เช่น ความสามารถรักษาความแข็งแรงได้ที่อุณหภูมิสูง การทนต่อการเสียดสี หรือความเหนียวจะใกล้เคียงกัน โดยโมลิบดีนัม 1% จะแทนทั้งสแตนประมาณ 1.6-2.0% สำหรับข้อแตกต่างมีเพียงเล็กน้อย คือ กลุ่มที่ผสมโมลิบดีนัมจะต้องระวังการสูญเสียคาร์บอนในการอบชุบ เนื่องจากทั้งสแตนมีราคาสูงกว่าโมลิบดีนัมมาก ปัจจุบันการใช้งานส่วนใหญ่จึงนิยมกลุ่มที่ผสมโมลิบดีนัม เกรดที่นิยมใช้งาน เช่น M2 M4 และ M42

นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาเติมธาตุโคบอลต์มากกว่า 10% เพื่อให้ได้คุณสมบัติความสามารถรักษาความแข็งแรงได้ที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่า 2 กลุ่มแรก ทำให้ได้เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงประเภทซูเปอร์ (Superhigh-Speed Tool Steels) แต่สิ่งที่ต้องระวัง คือ การสูญเสียคาร์บอนในระหว่างการอบชุบ และการสั่นและกระแทกแรงๆ เนื่องจากเป็นเกรดที่เปราะมาก

6. เหล็กกล้าเครื่องมือสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติก (Plastic Mold Steels) เหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะใช้งานในช่วงอุณหภูมิ 175-200°C ภายใต้ความดันสูง มีการกัดกร่อนจากสารเคมี และต้องรับแรงเสียดสีกับผงพลาสติกด้วย ดังนั้นคุณสมบัติสำคัญจะต่างไปจากเหล็กกล้า

เครื่องมือกลุ่มอื่น โดยมีปัจจัยที่ต้องพิจารณาถึง ได้แก่ ความสามารถในการกลึงไส ความต้านทานแรงอัด ความแข็งที่ผิวสูง ความแข็งแรงที่แกนสูง ความแน่นอนของขนาดภายหลังการชุบแข็ง ความสามารถในการขัดผิวให้เรียบ ความต้านทานการกัดกร่อนที่ผิว ซึ่งจากคุณสมบัติข้างต้น หากนำเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มทำงานเย็นหรือทำงานร้อนมาใช้ก็อาจจะได้ไม่ผลดีเท่ากับการใช้งานเหล็กกล้าที่ใช้งานเฉพาะสำหรับกลุ่มนี้เท่านั้น อย่างไรก็ตาม เหล็กกล้ากลุ่มนี้สามารถใช้ผลิตแม่พิมพ์งานหล่อแบบฉีดสำหรับโลหะผสมที่มีอุณหภูมิจุดหลอมเหลวต่ำ เช่น สังกะสี และตะกั่วได้เช่นกัน เหล็กกล้าแม่พิมพ์ที่มีการใช้งานสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

เหล็กกล้าเครื่องมือสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติกกลุ่ม Pre-Hardened Steels เป็นกลุ่มที่มีคาร์บอนระดับ 0.20-0.30% มีโครเมียม นิเกิล และโมลิบดีนัมผสมในระดับปานกลาง เหล็กกล้ากลุ่มนี้จะมีคุณสมบัติการกลึงไส (Machinability) ดีมาก แต่ไม่สามารถทำการผลิตด้วยวิธีกด (Hubbing / Hobbing) ได้ โดยในการผลิตแม่พิมพ์จะนำเหล็กมาชุบแข็งก่อนการเจาะหรือตัดให้เป็นช่องว่าง และภายหลังทำเป็นแม่พิมพ์แล้วก็ไม่จำเป็นต้องชุบแข็งอีกสามารถใช้งานได้เลย หรืออาจทำการชุบแข็งผิวด้วยวิธีคาร์บูไรซิ่งเพื่อเพิ่มความแข็ง และการต้านทานต่อการสึกหรอ เกรดที่นิยมนำมาใช้งาน ได้แก่

P20 ซึ่งเป็นเกรดที่มีธาตุผสมต่ำ ทำให้การใช้งานมีข้อจำกัดสำหรับชิ้นงานขนาดใหญ่ P20 ยังเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ทำแม่พิมพ์งานหล่อแบบฉีด (Die Casting) โลหะที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ เช่น สังกะสี ตะกั่ว และดีบุก

อีกเกรดที่นิยม ได้แก่ P21 ซึ่งผสมนิเกิล และอะลูมิเนียม ทำให้ในระหว่างการอบชุบความร้อนจะเกิดการตกตะกอนของสารประกอบนิเกิล-อะลูมิเนียมที่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้างชิ้นงานได้ ดังนั้นเกรดนี้จึงมีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอ และมีความเหนียวมากกว่า P20 ที่ความแข็งแรงเดียวกัน สำหรับการชุบแข็งผิวเหล็กกล้าเกรดนี้จะไม่สามารถทำได้ด้วยวิธีคาร์บูไรซิ่ง แต่จะใช้วิธีในตารางดังแทน

เหล็กกล้าเครื่องมือสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติกกลุ่ม Case Hardening Steels เป็นกลุ่มที่มีคาร์บอนต่ำระดับ 0.07-0.10% ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการผลิตแม่พิมพ์ด้วยการกัด (Hobbing/Hubbing) โดยการผลิตจะนำเหล็กกล้ามาทำการอบอ่อนก่อนการกัด แล้วจึงนำไปชุบผิวแข็ง ซึ่งอาจทำได้ด้วยกระบวนการคาร์บูไรซิ่ง หรือไนไตรดิง (เนื่องจากเหล็กกลุ่มนี้ไม่สามารถทำการชุบแข็งได้) สุดท้ายจึงนำไปขัดผิวให้เรียบหรืออาจนำไปเคลือบผิวด้วยโครเมียมแข็งเพื่อเพิ่มคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อน เกรดที่นิยมใช้ได้แก่ P4 และ P6

เหล็กกล้าเครื่องมือสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติกที่ทนการกัดกร่อนสูง ในการใช้งานแม่พิมพ์ที่ต้องการคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนสูงสามารถทำได้โดยการชุบผิวด้วยโครเมียม แต่ก็จะมีปัญหาที่เกิดจากการแตกร่อนของชั้นเคลือบเมื่อนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงมีการใช้เหล็กกล้าไร้สนิมชนิดมาร์เทนซิติก เช่น เกรด 420 440C เป็นต้น โดยจะใช้ในสภาวะที่ต้องการคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อนสูง เช่น การฉีดพลาสติกในกลุ่มพีวีซี อะซิเตท (ซึ่งอาจทำให้เกิด HCl ในระหว่างกระบวนการฉีดพลาสติก) หรือการงานที่มีความชื้นสูง หรือต้องการผิวงานที่สวยงาม โดยเหล็กกล้ากลุ่มนี้จะมีความสามารถในการชุบแข็งสูง ต้านทานการกัดกร่อนได้ดีเยี่ยม ต้านทานการเกิดออกซิเดชันที่อุณหภูมิสูง และมีคุณสมบัติคงรูปจากการอบชุบความร้อนได้ดี นอกจากนี้ยังมีการใช้งานสำหรับทำแม่พิมพ์ฉีดแก้วด้วย เช่น แผ่นกระจกบนทีวี และคอมพิวเตอร์ ซึ่งในกระบวนการผลิตแก้วจะต้องการแม่พิมพ์ที่ต้านทานต่อการสึกหรอสูง ต้านทานต่อการเกิดสเกลที่อุณหภูมิสูง ความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง และความสามารถในการขัดผิวให้เรียบได้

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือ

กระบวนการ	คุณสมบัติที่ต้องการ
หล่อแบบฉีด	รักษาความแข็งแรงไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง, ด้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Shock), ด้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง, การบิดเบี้ยวต่ำ, ความสามารถในการกลึงใสสูง, ความแน่นอนของขนาดภายหลังการชุบแข็ง
แม่พิมพ์สำหรับพลาสติกและยาง	ความต้านทานแรงอัด, ความแข็งที่ผิวสูง, ความแข็งแรงที่แกนสูง, ความสามารถในการกลึงใส, ความแน่นอนของขนาดภายหลังการชุบแข็ง, ความสามารถในการขัดผิวให้เรียบ, ความต้านทานการกัดกร่อนที่ผิว (เฉพาะกรณีที่ใช้งานในสภาวะที่มีกัดกร่อนสูง)
ทุบขึ้นรูปร้อน	ความเหนียว, รักษาความแข็งแรงไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง, ด้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง, ด้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Shock), ทนการสึกหรอ
อัดขึ้นรูปร้อน	ความเหนียว, รักษาความแข็งแรงไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง, ด้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง, ด้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Shock), ทนการสึกหรอ
ทุบหัวเย็น	ความเหนียว, ความแข็ง, ทนการสึกหรอ, รักษาความแข็งแรงไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง จากการแปรรูป, ด้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง
หัวกดอัดขึ้นรูปเย็น	ความแข็ง, ทนการสึกหรอ, ทนการเสียดสี, รักษาความแข็งแรงไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง (ถ้ามีการใช้งานที่อุณหภูมิสูง), ด้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง จากการแปรรูป
แม่พิมพ์อัดขึ้นรูปเย็น	ความเหนียว, ทนการสึกหรอ
ลูกรีดขึ้นเกลียว	ความแข็ง, ทนการสึกหรอ, ความเหนียว, รักษาความแข็งแรงไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง (ถ้ามีการใช้งานที่อุณหภูมิสูง), ด้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง (ถ้ามีการใช้งานที่อุณหภูมิสูง)

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ แบ่งเป็น

1. การตัด เป็นการตัดโลหะออกเป็นชิ้นส่วนตามที่ต้องการ มีอยู่ 8 วิธี คือ
 - การเลื่อย คือ การตัดที่มีเครื่องมือฟันตามขอบ
 - ตัด คือ การตัดโดยใช้เครื่องมือที่มีของแข็งและคมเฉือนชิ้นงาน
 - เจาะรู คือ การตัดทะลุเป็นรู โดยใช้ดอกสว่าน
 - การขัด คือ การทำให้ส่วนที่ไม่ต้องการหลุดออกไปด้วยการใช้วัสดุที่แข็งกว่าถูออกไป
 - ตัดด้วยความร้อน คือ ตัดด้วยความร้อนเป็นตัวหลอมโลหะให้ขาดจากกัน
 - การไส คือ การเอาเครื่องจักรตัดชิ้นงานให้เรียบ

- การกัด คือ การตัดโดยเครื่องจักรที่มีลักษณะคล้ายใบมีดใช้กับโลหะบาง
- การกลึง คือ การแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก โดยขณะที่โลหะชิ้นงานหมุนอยู่บนเครื่องกลึง

2. การขึ้นรูป เป็นการนำเอาวัสดุไปเปลี่ยนรูปร่าง โดยไม่มีการนำวัสดุมาเพิ่มเข้าหรือตัดออกไป การขึ้นรูปที่นิยมใช้ในระบบอุตสาหกรรม แบ่งออกเป็น 7 วิธี คือ

- การหล่อ
- การพับ
- การใช้แรงอัด
- การใช้แรงดัน
- การดึงโลหะโดยใช้ความร้อน
- การรีด
- การบีบขึ้นรูป

3. การยึดโลหะ

กรรมวิธีการยึดติดโลหะ 2 ชิ้นเข้าด้วยกันจำเป็นที่จะต้องทราบถึงคุณสมบัติของโลหะ ก่อนว่าวิธีใดเหมาะสมจะใช้กับวัสดุใด โดยสามารถแบ่งกรรมวิธีได้ 6 วิธี คือ

- Riveting เป็นวิธี Mechanical โดยที่มีด้านหนึ่งเป็นหัวส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นขาแหลมเพื่อสอดเข้าไปในรูของเครื่องมือจะมีแรงอัดด้านข้างจะติดกับโลหะ
- Threading คล้ายวิธี Riveting แต่กลับใช้น็อตและวงแหวนแทน จึงเป็นแบบกึ่งถาวร เพราะถอดออกได้ก่อนจะทำงานเจาะรูที่ชิ้นงานก่อนเหมือนกับแบบแรก
- Seaming เป็นการพับตะเข็บ เป็นวิธีใช้ตัวของมันยึดอยู่ด้วยกัน บางครั้งใช้เชื่อมพับรอยตะเข็บอีกด้านหนึ่ง เพื่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น
- Cermeting เป็นการเชื่อมโดยทางเคมีเข้าช่วย คล้ายกับงานไม้ที่ใช้กาวยาง แต่งานพวกนี้ต้องใช้แรงจับเป็นพิเศษ ตัวอย่างเป็น Expert ซึ่งใช้กับโลหะแผ่น
- Soldering เป็นการเชื่อมอย่างวิธี Welding โดยการใส่โลหะอื่นเข้าไปขณะเชื่อม เรียกว่า บัดกรี
- Welding เป็นการเชื่อมโลหะแบบที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยการหลอมละลายโลหะให้ติดกันโดยวิธี Meiten metal ซึ่งละลายโลหะ เช่น ลวดเชื่อม หรือเชื่อมโดยใช้แรงกด เช่น การเชื่อมแบบ Spot Welding

4. กรรมวิธีการตกแต่งผิววัสดุชิ้นงาน

กรรมวิธีในขั้นนี้เพื่อต้องการทำให้ผิวชิ้นงานเรียบ มีขนาดที่แน่นอน มีความเที่ยงตรง และให้เกิดความสวยงาม รวมทั้งให้ทนต่อการกัดกร่อน กรรมวิธีในขั้นนี้แยกประเภทออกได้ดังนี้

1. การขัดผิวชิ้นงานทั่วไป

2. การตัดด้วยเครื่องตัดสายพาน
3. การตัดโดยใส่ในถังหมุน
4. การขูดเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า
5. การตัดพวงกลิ้งไอดี ไอเสีย
6. การใช้ชิ้นงานสองชิ้นตัดด้วยกัน
7. การตัดแบบพิเศษ
8. การพ่นเม็ดโลหะ
9. การเคลือบด้วยสารอนินทรีย์
10. การเคลือบผิวด้วยวิธีทางเคมี
11. การเคลือบผิวงานประเภทอลูมิเนียม

5. กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือประสานวัสดุชิ้นงานเข้าด้วยกัน

1. การเชื่อม (Welding) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยการให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานจนหลอมละลายติดกันหรือเติมลวดเชื่อม นอกจากนี้อาจใช้แรงดันเข้าช่วยก็ได้

2. การบัดกรีอ่อน (Soldering) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานที่ต่ำกว่า 700 องศาฟาเรนไฮต์ และวัสดุที่เติมจะมีจุดหลอมต่ำกว่าวัสดุชิ้นงาน เช่น การบัดกรีตะกั่ว การบัดกรีเงิน เป็นต้น

3. การบัดกรีแข็ง (Brazing) เป็นกรรมวิธีต่อชิ้นงาน ให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุ ชิ้นงานสูงกว่า 800 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ไม่ถึงกับวัสดุชิ้นงานนั้นหลอมละลาย แล้วเติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลงไปนี้จะไหลเข้าช่องของรอยต่อ เพื่อยึดชิ้นงานให้ติดกันบางครั้งเราเรียกวิธีนี้ว่า การเป่าแผ่น

4. การใช้แรงอัดผงยึดติดกัน (Sintering) เป็นกรรมวิธีการยึดติดต่อกันโดยทำให้วัสดุเป็นผงก่อนแล้วนำมาอัดยึดติดกัน อาจใช้ความร้อนหรือไม่ใช้ก็ได้ หากใช้ความร้อนอุณหภูมิจะต้องต่ำกว่าจุดหลอมของวัสดุนั้น ๆ

5. การอัดยัด (Pressing) เป็นกรรมวิธีการอัดชิ้นงานให้ยึดติดกัน เช่น การอัดสวมเพลลาแกน เป็นต้น การอัดนี้สามารถอัดให้ติดกันอย่างถาวรหรืออัดแล้วสามารถถอดออกจากกันได้

6. การย้ำหมุด (Riveting) เป็นกรรมวิธีในการทำให้วัสดุชิ้นงานติดกัน โดยการใช้หมุดยึดติดระหว่างกัน

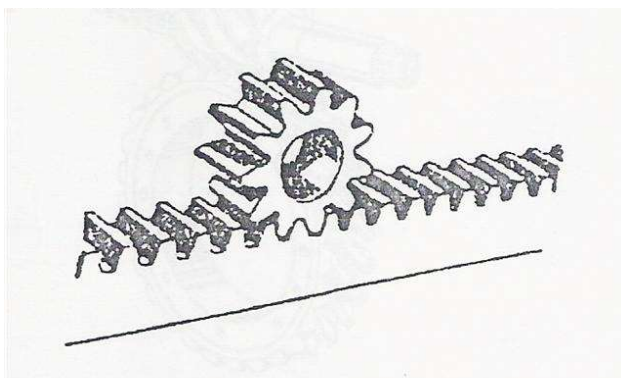
7. การใช้สลักเกลียวยึด (Screw fastening) เป็นกรรมวิธีในการทำให้วัสดุชิ้นงานติดกันโดยใช้สลักเกลียวยึดระหว่างกัน

8. การใช้กาวยึดเหนี่ยว (Adhesive joining) เป็นกรรมวิธีการยึดหรือต่อวัสดุชิ้นงานให้ติดกันโดยใช้กาว เช่น กาวสังเคราะห์ที่ใช้ภายในและภายนอก การต่อลักษณะนี้จะไม่นิยมใช้กับจุดที่ต้องรับน้ำหนักหรือมีการเสียดสีกันอย่างรุนแรง

2.3.3 เฟือง

เป็นตัวช่วยส่งกำลังหรือถ่ายทอดการหมุนจากต้นกำลังต่างๆ อันที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้ เฟืองเป็นชิ้นส่วนที่สามารถส่งกำลังหรือถ่ายทอดการหมุนได้แม่นยำเที่ยงตรง และไม่มีการสิ้นเปลืองเฟืองแบ่งตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

เฟืองสะพาน (Race Gear) เป็นเฟืองที่มีลักษณะแท่นตรง โดยจะเคลื่อนที่ในแนวตรง ทั้งนี้เพราะการใช้เฟืองสะพานนั้นจะต้องมีเฟืองต่างชนิดประกอบกัน ส่วนที่เป็นแท่นหรือสะพานฟันแบบ Stright Teeth ส่วนเฟืองที่ใช้ประกอบกัน โดยเป็นตัวหมุนเฟืองสะพานเป็นเฟืองตรง (Spur Gear)



ภาพที่ 2.14 เฟืองสะพาน

หน้าที่สำคัญของเฟืองมี 4 ประการคือ

1. รับงานได้มากกว่า
2. ใช้ทดสอบความเร็วของเพลลา
3. ใช้เปลี่ยนทิศทางการหมุนของแกนเพลลา

ตลับลูกปืนชนิดต่างๆ ตลับลูกปืนก็คล้ายกับเพลลา คือ จัดออกแบบต่างๆ หลายแบบ ประโยชน์ของตลับลูกปืน คือ จะให้ความฝืดหมุนต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับความฝืดเลื่อนไถลทำให้ความร้อนที่เกิดจากการเสียดทานต่ำ ตลับลูกปืนอาจแบ่งออกได้เป็นลูกปืนที่รางนอกหรือรางในสามารถถอดออกแยกจากกันได้ เรียกว่าแบบถอดแยกได้ ส่วนที่แบบถอดไม่ได้ เรียกว่าแบบถอดแยกไม่ได้

ความเป็นมาของตลับลูกปืน เนื่องจากลูกปืน เป็นชิ้นส่วนที่มีความละเอียดอ่อนในทางวิศวกรรม ด้านจักรกลในทศวรรษที่ 20 บริษัทได้พยายามผลักดันให้ตลับลูกปืนสัมฤทธิ์ผล ความจริงแล้วความลำบากในการเคลื่อนย้ายสิ่งของน้ำหนักมาก ๆ เป็นเหตุผลที่ทำให้มนุษยชาติได้คิดค้น

วิธีคิดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น 60 ปีก่อนที่เมืองนิเนเวช ประเทศอียิปต์ มีรูปแกะสลักซึ่งแสดงถึงความพยายามของคนที่กำลังเคลื่อนย้ายเสาหิน มีคนผ่อนแรงในการจูงถึงแม้ยุคนั้นจะเป็นยุคก่อนอารยธรรมเหล็ก แต่ก็มีการใช้ล้อกันเป็นแล้ว การถูกค้นพบของลูกปืน เพราะการใช้ลูกปืนเหมือนสมัยปัจจุบันเพราะเห็นว่าได้พบร่องรอยการทำร่องใส่ลูกปืน โดยใช้เดือยเป็นสลักยึดติดกันแสดงว่าการทำลูกปืนได้มีมานานแล้ว

2.3.4 ระบบส่งกำลัง ชาญ ถนัดงาน (2535 : 52 – 87)

เพลาคือส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของเครื่องจักรกลทุกชนิด เครื่องจักรกลเกือบทุกประเภทมีส่วนหนึ่งที่ใช้ถ่ายทอดการหมุน หรือทั้งการหมุนและกำลัง โดยอาศัยชิ้นส่วนที่สำคัญ คือ เกลา ชนิดของเพลาคือ เกลาถ่ายทอดกำลังอาจจะแบ่งตามชนิดของโหลด Load ได้ดังนี้

1. เกลาถ่ายทอดกำลัง Transmission Shafts ชนิดนี้ใช้รับเฉพาะการบิดอย่างเดียวหรืออาจจะรับทั้งการบิดและการคดผสมกัน กำลังจะถ่ายทอดผ่านเพลาคือ โดยอาศัยประตាប់ต่อเพลาคือ Coupling เฟือง มู่เล่และสายพาน หรือจานโซ่และโซ่ ฯลฯ
2. เกลาสปิน Spindle ในการใช้งานทั่วไปใช้รับเฉพาะการบิดเพียงอย่างเดียวต้องการรูปร่างและขนาดที่ถูกต้องจริง ๆ แม้ในขณะที่ใช้งาน
3. เกลาดาน Axles เกลาชนิดนี้ใช้ต่ออยู่ระหว่างล้อของรถยนต์ รถบรรทุก รถพ่วง ฯลฯ (บางครั้งเรียกว่า คาน) โดยปกติแล้วเพลานี้ไม่ได้ออกแบบไว้ให้หมุน แต่จะให้นับหารคดเพียงอย่างเดียว นอกจากในกรณีที่ถูกออกแบบให้ใช้เป็นเพลาชับเท่านั้น

นอกจากจะแบ่งเพลาคือตามชนิดของโหลดแล้ว อาจจะแบ่งออกตามชนิดของรูปร่างได้อีกคือ เกลาตรง เกลาข้อเหวี่ยง ใช้เป็นเพลาคือประธานของเครื่องยนต์ลูกสูบ เกลาอ่อน Flexible Shafts ที่ใช้ถ่ายทอดกำลังน้อย ๆ และในทิศทางใด ๆ เป็นต้น

จุดสำคัญในการออกแบบเพลาคือในการออกแบบเพลามีจุดที่ควรพิจารณาดังนี้

1. ความแข็งแรงของเพลาคือ ดังได้กล่าวมาแล้วว่าเพลาคือที่ถ่ายทอดกำลังจะต้องรับการบิดและการคด หรือทั้ง Water Wheel หรือเพลาคือขับของเรือ นอกจากนี้ยังจะต้องพิจารณาเรื่องการล้า การกระแทก หรืออิทธิพลของการรวมจุดความเค้น Stress Concentration เนื่องมาจากการเปลี่ยนขนาดเพื่อทำบ่า หรือเมื่อมีการเจาะรูสลิม ดังนั้น เกลาคือที่จะออกแบบต้องแข็งแรงพอที่จะรับโหลด ดังกล่าวทั้งหมดได้
2. ความแข็งแรงของเพลาคือ นอกจากจะต้องแข็งแรงพอแล้ว ในขณะที่ใช้งานเพลาคืออาจจะโก่ง หรือบิดเบี้ยวมากอันอาจจะทำให้ผลิตผลที่ผลิต โดยเครื่องจักรนั้น ๆ ผิดพลาดไป หรือทำให้การขบกันของฟันเฟืองไม่สนิททำให้เกิดเสียงดัง และสิ้นสละเทือน ด้วยเหตุนี้ในการออกแบบเพลาคือจึงต้องนำเอาความแข็งแรงเข้ามาพิจารณาร่วมกันความแข็งแรงด้วย แต่ทั้งนี้ ก็ต้องพิจารณาประกอบด้วยว่าเพลาคือ นั้น ๆ ออกแบบขึ้นเพื่อใช้กับงานหรือเครื่องจักรกลชนิดใดด้วย

3. ความเร็ววิกฤติ ถ้าความเร็วของเพลากลูกเพิ่มขึ้นมาก ๆ จะพบว่าที่ความเร็วหนึ่งเพลามีความสั่นสะเทือนมากขึ้นอย่างผิดปกติในทันทีทันใด ความเร็วที่เกิดการสั่นสะเทือนมากนี้เรียกว่า “ความเร็ววิกฤติ” อาการเช่นนี้มักจะเกิดกับกังหันที่หมุนด้วยความเร็วสูงเครื่องยนต์สันดาปภายในมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้น หากเราทิ้งไว้ที่ความเร็วนี้เป็นเวลานานพอเพลอาจเสียหาย ดังนั้น สำหรับชิ้นส่วนที่หมุนด้วยความเร็วสูง จึงต้องระมัดระวังให้ความเร็วใช้งานต่ำกว่าความเร็ววิกฤติเสมอ

4. การกักต่อน เพลาของเครื่องจักรกลบางชนิด เช่น เพลาขับของเรือ เพลาของปั๊มที่สัมผัสกับของเหลวที่มีการกักต่อนหรือเพลาของเครื่องจักรที่มีช่วงที่หยุดใช้เป็นเวลานาน จะต้องเลือกทำด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติต่อต้านกับการกักต่อนได้ (รวมทั้งเพลาสติคด้วย) การเลือกวัสดุที่ถูกต้องและเหมาะสมจะช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร และลดเวลาที่ต้องหยุดซ่อมแซมก่อนถึงเวลาอันสมควร

2.3.5 สลักเกลียวและน็อต

สลักเกลียวและน็อตที่มีใช้งานและผลิตเพื่อจำหน่ายทั่วไปมีหลายลักษณะแตกต่างกันตามประโยชน์การใช้งาน ลักษณะของหัวเกลียว น็อต และลักษณะของเกลียวชนิดนั้น ๆ

1. สลักเกลียวสำหรับสอดร้อยยึดรูทะลุของชิ้นงาน ประกอบด้วยตัวสลักเกลียวและน็อตใช้สำหรับยึดชิ้นงานที่เจาะรูทะลุ เหมาะสำหรับชิ้นงานที่ต้องถอดเข้า-ออกบ่อย ๆ

2. สลักเกลียวสำหรับยึดรูตัน สลักเกลียวชนิดนี้จะมีหัวหกเหลี่ยม สี่เหลี่ยมทรงกระบอกผ่า และทรงกระบอกหกเหลี่ยมในเกลียวใน ซึ่งทำหน้าที่แทนน็อตจะเป็นรูทำเกลียวตัน ไม่จำเป็นต้องเจาะทะลุชิ้นงาน เหมาะสำหรับที่ต้องการประหยัดเนื้อที่ ประหยัดวัสดุ ไม่ต้องถอดเข้า - ออกบ่อย ส่วนมากจะใช้กับชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก

3. สลักเกลียวฝังเป็นเกลียวชนิดไม่มีหัว มีลักษณะเป็นเกลียว 2 ข้าง ใช้เป็นสลักเกลียวยึดติดโดยใช้การขันปลายเกลียวข้างหนึ่งติดกับเรือนสูบหรือตัวเครื่องใช้ฝาสูบครอบปิดและขันยึดตัวน็อตเมื่อต้องการแต่งเรือนสูบก็สามารถถอดสลักออกได้

4. สลักล็อก มีลักษณะเป็นสลักเกลียวไม่มีหัว มีแต่เกลียวตลอดความยาวใช้สำหรับล็อกตำแหน่งชิ้นงานให้อยู่กับตำแหน่งที่ต้องการ เช่น พู่เลย์ แบริ่ง และชิ้นส่วนอื่น ๆ ของเครื่องอัดถ่านแท่ง

5. สลักเกลียวอุด ใช้สำหรับอุดรูของเครื่องบริเวณที่ต้องการถ่ายหรือเติมน้ำมันหล่อลื่น เช่น บริเวณกล่องเกียร์ของเครื่องอัดถ่านแท่ง

เนื่องจากสลักเกลียวมีลักษณะลำตัว หัว เกลียวและปลายที่แตกต่างกัน เพื่อวัตถุประสงค์การใช้งานที่แตกต่างกัน ฉะนั้นในการผลิตจำเป็นต้องผลิตให้มีคุณภาพแตกต่างกันด้วย นอกจากสลักเกลียวที่มีได้กล่าวไปแล้วนั้น ยังมีสลักเกลียวชนิดทนแรงดึงสูงเป็นสลักที่มีอัตรายึดตัวดีที่สุดและสลักเกลียวหัวฝังทรงกระบอกหัวหกเหลี่ยมใน เป็นสลักเกลียวที่มีความแข็งแรงคุณภาพเกรด 10 หัวสลักเกลียวสำหรับนิตชิ้นงานวัสดุโลหะเบาที่หัวทรงกระบอกหกเหลี่ยมในมีแบบภายนอกมีผิวกันสนิม และไม่มีการกันสนิม

น็อตหรือแป้วเกลียวที่ใช้ขันยึดมีหลายลักษณะเช่นเดียวกับตัวสลักเกลียว ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน มีทั้งน็อตหกเหลี่ยมและลักษณะอื่น ๆ สามารถขันเข้า - ออกได้ด้วยมือ น็อตนิรภัยใช้ขันป้องกันอุบัติเหตุ บางชนิดหลังจากยึดแล้วให้หมุนย่ำยึดติดไว้ป้องกันการคลายออก เช่น น็อตในงานโลหะแผ่น น็อตชนิดนี้มีแป้วด้วยยึดให้แนวแรงยึดมีกำลังดีขึ้น น็อตทุกชนิดทุกขนาด มีมาตรฐานกำหนดเช่นเดียวกันกับสลักเกลียว เครื่องจักรใหญ่ ๆ ที่ต้องการจะใช้น็อตขนาดและชนิดพิเศษ รวมถึงน็อตที่ผลิตใช้งานโดยทั่วไปจะผลิตขึ้นมา มีวัตถุประสงค์ดังนี้

- ก. ผลิตได้ง่ายจากโลหะ กลม หกเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ผลิตด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ
- ข. มีน้ำหนักเบา เพื่อใช้งานโครงเบา ๆ ได้
- ค. หมุนเข้า - ออกด้วยมือได้ง่าย
- ง. ป้องกันอุบัติเหตุได้ เช่น เป็นน็อตนิรภัยป้องกันการคลายออก มีความปลอดภัยเพียงพอ

2.3.6 น็อตเกลียวปล่อย

น็อตเกลียว (LAG BOLTS) ลักษณะคล้ายกับตะปูควงแต่ขนาดใหญ่กว่าและหัวเป็นหกเหลี่ยม ไม่มีผ่าหัวหกเหลี่ยมสำหรับใช้กุญแจเลื่อนหรือกุญแจปากตายไขเข้าไปในเนื้อไม้ น็อตเกลียวปล่อยใช้ในกรณีที่ต้องการความยึดเหนี่ยวสูงกว่าที่จะใช้ตะปูควง และบางครั้งในไม้เนื้อแข็ง ถ้าใช้ตะปูควงขนาดใหญ่จะไขด้วยไขควงเข้าไปได้โดยยาก หากใช้น็อตเกลียวปล่อยและขันด้วยกุญแจปากตายจะง่ายกว่า

1. การใช้น็อตเกลียวปล่อย บางครั้งต้องใช้วงแหวนรองที่หัวตะปูเพื่อความเรียบร้อย และเพื่อป้องกันไม่ถูกหัวตะปูขูดเป็นรอย วงแหวนที่ใช้มีลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น วงแหวนเรียบปกติ วงแหวนที่มีส่วนนูนรับตัวนอต วงแหวนที่ตัดขาดจากกัน (เรียกว่าวงแหวนสปริง) วงแหวนที่เป็นรูปหยัก ๆ ที่ส่วนรอบนอกของวงแหวนเพื่อขันให้แน่นเป็นพิเศษ

นอกจากตะปูและน็อตชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวแล้วยังมีพุก (PLUG) ซึ่งอาจทำด้วยทองเหลือง หรือพลาสติกหรืออลูมิเนียม ซึ่งทำให้ส่วนที่รับเกลียว (NUT) ขยายตัวได้เพื่อให้ฝังแน่น เรียกว่า พุกขยายตัว (EXPANSION PLUG) ใช้สำหรับฝังในกำแพงคอนกรีต หรือกำแพงอิฐ เพื่อติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ให้แน่น เช่น การติดอ่างล้างหน้าในห้องน้ำหรือการติดตั้งหิ้งกระจกก็ตาม พุกชนิดนี้มีขนาดต่างๆ กัน เรียกตามความยาว ชนิดที่เป็นทองเหลืองกำลังในการยึดเหนี่ยวแข็งแรงดี

การเรียกขนาดนั้นเรียกตามความโตและความยาวของส่วนที่ทำด้วยเหล็ก เช่น ตะปูขนาด 2 นิ้ว และหัวโต 3 / 16 นิ้ว ประเทศที่ผลิตออกจำหน่าย คือ สวิตเซอร์แลนด์ กล่องหนึ่งบรรจุ 3 โหล

ในการฝังวัสดุติดกำแพงซึ่งต้องการแรงยึดเหนี่ยวมาก ๆ เช่น การติดเสากำแพงในงานที่ต่อเติม หรือการติดตู้ในห้องครัวที่กำแพงนั้นมีพุกขยายตัวชนิดที่ทำด้วยตะกั่ว หรือเหล็ก ขนาดโตกว่าพุกขยายตัวทองเหลืองดังได้กล่าวมาแล้ว พุกขยายตัวอย่างใหญ่นี้มีจำหน่ายตามร้านขายเครื่อง

อุปกรณ์ก่อสร้าง เช่น ขยายบานพับ ตะปู นอกจากนั้น อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมที่สำคัญ คือ สลักเกลียว และแป้นเกลียว

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงสัดส่วนต่างๆ ของน็อต

หัวและแป้น		มาตรฐานอเมริกัน ชนิดธรรมดา	มาตรฐานอเมริกัน ใช้งานหนัก
หัว	ความสูง , H	2 / 3D	3 / 4D + 1 / 16"
	เส้นผ่านศูนย์กลางเส้น , F	1 1 / 2D	1 1 / 2D + 1 / 8"
แป้น	ความสูง , H	7 / 8D	
	เส้นผ่านศูนย์กลางเส้น , F	1 1 / 2D (D มากกว่า 5 / 8")	1 1 / 2D + 1 / 8"

2.3.7 พลาสติก

1) พลาสติกอ่อน (Thermo Plastics) เป็นวัสดุที่มีโครงสร้างไม่เป็นตาข่ายยึดติดกัน ที่อุณหภูมิห้อง จะมีความยืดหยุ่น เมื่อค่อยๆได้รับความร้อนขึ้นเรื่อยๆจะอ่อนตัว จนสามารถขึ้นรูป โดยไม่ขาดผิวได้ เมื่อให้ความร้อนมากขึ้นจะหลอมละลายและเชื่อมประสานกันได้ เมื่อปล่อยให้เย็นจนแข็งตัวจะมีความแข็งแรงและความเค้นเหมือนเดิม จึงสามารถนำพลาสติกบางชนิดนี้มาหลอมละลายได้ใหม่หลายๆครั้ง พลาสติกประเภทนี้ส่วนมากละลายในสารละลายบางชนิดได้ พลาสติกอ่อนสามารถจำแนกประเภทและการใช้งานได้ ดังนี้

1.1 โพลีเอทิลีน (Polyethylene) อักษรย่อ PE แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ โพลีเอทิลีนอ่อน (ความหนาแน่น 0.92 g/cm^3) ใช้ทำพลาสติกแผ่นบางห่อบรรจุภัณฑ์สินค้า อีกชนิดหนึ่งคือ โพลีเอทิลีนแข็ง (ความหนาแน่น 0.94 g/cm^3) ใช้ทำล้นชัก ภาชนะ ท่อ เป็นต้น

1.2 โพลีโพรไพลีน (Polypropylene) อักษรย่อ PP ประโยชน์ใช้ทำเป็นชิ้นส่วนของเครื่องซักผ้า ชิ้นส่วนรถยนต์ ตัวเรือนของเครื่องใช้ภายในครัวเรือน

1.3 โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) อักษรย่อ PVC แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดแข็งและอ่อน ประโยชน์ PVC ชนิดแข็ง ใช้ทำเป็นท่อสุขภัณฑ์ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่แทนสารเคมี ชนิดอ่อนใช้ทำเป็นหนังเทียม

1.4 โพลีสไตรีน (Polystyrene) อักษรย่อ PS ประโยชน์ใช้ทำเป็นตู้กระจก กระจกป้องกัน แผ่นปิด Covering Plate

1.5 สไตรีน-บูตาไดน (Styrene - Butadiene) อักษรย่อ SB ประโยชน์ใช้ผลิตเป็นฝาปิดเครื่องจักรกล ปุ่มกดและชิ้นส่วนทางไฟฟ้าต่างๆ

1.6 อะคริโลไนไตรล-บิวตาไดเียน-สไตรีน (Acrylonitrile – Butadiene – Styrene) อักษรย่อ ABS ประโยชน์ผลิตชิ้นส่วนบริเวณบอร์ดอุปกรณ์ Instrument Board ใบพัดลม หมวกกันน็อค ตัวเรือนอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

1.7 อะคริลิกกลาส (Polymethylmethacrylate) อักษรย่อ PMMA มีชื่อเรียกตามตลาดว่า เพล็กซ์กลาส (Plexiglass) ประโยชน์ใช้ทำเป็นแผ่นแก้วนิรภัย แผ่นกระจกแทนหินเจียรนัย ฝาครอบไฟท้าย ไฟเลี้ยวรถยนต์ ของใช้ในงานสุขภัณฑ์

1.8 โพลีเอไมด์ (Polyimide) อักษรย่อ PA ประโยชน์ใช้ผลิตเฟือง บุชรองเพลารางเลื่อน ลูกกลิ้งนำร่อง มู่เล่

2) พลาสติกแข็ง (Thermosetting Plastics) เกิดจากการ Pre Product ที่ยังไม่ยึดติดกันเป็นตาข่ายแล้ว จะมีการใส่สารแข็งตัว (Hardener) หรือให้ปฏิกิริยาความดันและความร้อนให้กลายเป็นตาข่ายแคบยึดติดกัน ที่อุณหภูมิห้องจะมีสภาพหยุ่นตัวคล้ายเหล็กกล้า เมื่อถูกความร้อนจะทำให้เหนียว ยึดหยุ่นได้ แต่ถ้าได้รับความร้อนมากเกินไป พลาสติกจะสลายตัว โดยที่ไม่เกิดเป็นของเหลว ด้วยเหตุนี้จะนำมาขึ้นรูปโดยไม่ปาดผิว (Non-Cutting) เชื่อมประสานไม่ได้ในสภาพแข็ง ไม่สามารถละลายในสารละลายได้ จึงขึ้นรูปใช้งานได้เพียงครั้งเดียว

2.4 ข้อมูลสัดส่วนสัดส่วนมนุษย์กับการออกแบบ

2.4.1 ข้อมูลสัดส่วนของแบบมนุษย์ กับการออกแบบ

สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ (2540 : 33-39) กล่าวว่า ข้อมูลสัดส่วนของมนุษย์ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับมิติที่ได้จากการวัดขนาดของที่เว้นว่าง (Space) และมิติเว้นว่าง (Clearance) ที่พอเหมาะซึ่งเกิดจากขนาดร่างกายของมนุษย์ต่อการประกอบกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง

ข้อมูลสัดส่วนของมนุษย์ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับมิติที่ได้จากการวัดขนาดของที่เว้นว่าง (Space) และมิติเว้นว่าง (Clearance) ที่พอเหมาะซึ่งเกิดจากขนาดร่างกายของมนุษย์ต่อการประกอบกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง

ขนาดสัดส่วนของมนุษย์นั้นถือว่ามีความสำคัญและสัมพันธ์โดยตรงต่องานออกแบบทางสถาปัตยกรรม โดยมีมนุษย์มีส่วนเข้าไปเกี่ยวข้องกับสิ่งก่อสร้างหรือผลิตภัณฑ์นั้น ในฐานะของผู้ใช้ ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างต่อไปนี้

ออกแบบเครื่องเรือน โต๊ะ ม้านั่ง เติงนอน ชั้นวางของ เป็นต้น ที่จะทำให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้ จะต้องมีความหรือสัดส่วนที่สัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมกับส่วนสัดส่วนของผู้ใช้

การออกแบบสถาปัตยกรรม เช่นเดียวกับการออกแบบเครื่องเรือน ส่วนสัดส่วนและขนาดของผู้ใช้อาคาร มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพิจารณากำหนดมิติทั้งในแนวตั้งและทางแนวนอนรวมทั้งการกำหนดขนาดของที่ว่างเว้นที่ใช้งานที่พอเหมาะ (Adequate Space) และมิติเว้นว่างที่พอเหมาะสำหรับกิจกรรมนั้นๆ ทั้งนี้รวมไปถึงการติดตั้ง เครื่องอำนวยความสะดวกต่างๆ ในอาคาร ซึ่งได้แก่

เครื่องสุขภัณฑ์ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้นว่า อ่างล้าง ราวตากผ้า สวิตช์ และปลั๊กไฟ เป็นต้น เหล่านี้ จะต้องได้รับการติดตั้งในตำแหน่งที่จะก่อให้เกิดความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้เช่นกัน

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหนัก เช่น ในการออกแบบเครื่องจักรหรือเครื่องกลการกำหนดตำแหน่งของปุ่มบังคับคันโยกและสวิตช์แผงหน้าปัดจะต้องยกอยู่ในตำแหน่งที่ผู้ใช้สามารถจะใช้ได้สะดวกที่สุดและเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายน้อยที่สุด

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเบา เช่น อุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป การศึกษาวิจัยในเรื่องสัดส่วนของผู้ใช้ จะช่วยในการตัดสินใจว่า ควรจะออกแบบและผลิตเสื้อผ้าขนาดใด ออกจำหน่ายบ้าง จึงจะสนองความต้องการของผู้ใช้ทุกขนาด หรือเกือบทุกขนาด

จากตัวอย่างข้างต้น จะเห็นได้ว่า ข้อมูลสัดส่วนของมนุษย์จะเป็นเครื่องมือช่วยในการทำงานออกแบบเป็นไปอย่างถูกต้อง และได้ผลงานที่มีประสิทธิภาพสูง

2.4.2 คำนิยามและความหมายของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม (Engineering Anthropometry)

ก่อนอื่นเราต้องทำความรู้จักคำว่า “การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์” (Anthropometry) ซึ่งคำว่าแอนโทรโปเมตรีมาจากการประสมคำในภาษากรีกสองคำคือคำว่า Anthro (human) กับ คำว่า Metrics (measurement) วิชานี้เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการวัดรูปร่าง ขนาด และสัดส่วนร่างกายของมนุษย์ในแง่มุมต่างๆ (เช่น ขนาดของรูปร่าง ทรวดทรง ความกว้าง ความสูง ส่วนวงรอบ พิสัยของการเคลื่อนไหวร่างกาย น้ำหนัก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ฯลฯ) เพื่อพัฒนามาเป็นข้อมูลมาตรฐานหรือเก็บเอาไว้ใช้เพื่อการเปรียบเทียบ อนึ่งในการกล่าวถึงการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในครั้งต่อไปในหนังสือเล่มนี้จะขอเรียกทับศัพท์ว่า “แอนโทรโปเมตรี” เพื่อความสะดวกและเข้าใจง่าย

วิชาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรมมีคำนิยามว่า “ การประยุกต์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพในการวัดและเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์และนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ของการพัฒนา การแก้ไข การปรับปรุง และการออกแบบทางวิศวกรรม หรือการกำหนดเป็นมาตรฐานต่างๆในงานวิศวกรรม” ตัวอย่างอันหนึ่งของการใช้ประโยชน์ของข้อมูลขนาดร่างกายของมนุษย์ในวิชาวิศวกรรมมนุษย์ปัจจุบันก็ได้แก่การนำไปเป็นข้อมูลประกอบการศึกษาวิชากลศาสตร์ชีวภาพ (Biomechanics) ทั้งในด้านที่มวลร่างกายอยู่ในสภาวะหยุดนิ่ง หรืออยู่ในสภาวะที่เคลื่อนไหว ซึ่งบรรดาข้อมูลของร่างกายจำพวกศูนย์กลางมวล จุดศูนย์กลาง จุดเชื่อมต่อของข้อต่อในร่างกาย (Body inks) ความกว้าง ความยาว และความหนาของส่วนร่างกายที่ใช้ในการเคลื่อนไหว น้ำหนัก ส่วนสูง ส่วนวงรอบต่างๆ (Circumferences) และอื่นๆนั้น เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการศึกษาเรื่องกลศาสตร์ของร่างกายมนุษย์ต่อไป

ตัวอย่างของการประยุกต์ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในชีวิตประจำวันที่เราเห็นภาพได้ชัดเจนตัวอย่างหนึ่ง คือ ช่างตัดเสื้อที่ต้องทำการวัดตัวลูกค้าที่มาสั่งตัดเสื้อผ้า หรือตัดชุดต่างๆ เพื่อให้ชุดที่ตัดออกมามีความสวยงาม สวมใส่ได้เหมาะสมพอดีกับรูปร่างของลูกค้าแต่ละคน และ

ช่างทำรองเท้าที่ต้องทำการวัดขนาดเท้าของลูกค้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดรองเท้าให้มีความเหมาะสมกับรูปเท้า ไม่คับหรือไม่หลวมเกินไป ลูกค้าสวมใส่ได้สบาย สองอาชีพที่ยกตัวอย่างมานั้นก็พอจะเป็นข้อถกเถียงได้เป็นอย่างดีว่าในการออกแบบทางอุตสาหกรรมหรือการผลิตอุปกรณ์ช่วยการทำงาน เครื่องมือ เครื่องมือ เครื่องจักรกล และผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีมนุษย์ผู้ใช้งานมัน ก็น่าที่จะมีการวัดขนาดร่างกายมนุษย์ และนำข้อมูลเหล่านี้ที่เกี่ยวข้องไปใช้ในงานออกแบบนั้นด้วยเช่นกัน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมพอดีระหว่างมนุษย์กับสิ่งเหล่านี้

2.4.3 วัตถุประสงค์ของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม

วิธีธี อิงภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน.(2540:58-62) เราพอสรุปวัตถุประสงค์หลักๆของวิชาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (มนุษย์ - มิติ) ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยในการทำงานและมีความพึงพอใจ ในงาน (Job Satisfaction) อันจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานนั้นสูงขึ้น
2. เพื่อช่วยป้องกันข้อผิดพลาดจากการทำงาน และป้องกันความปวดเมื่อยและการบาดเจ็บจากการทำงานกับอุปกรณ์ สถานที่ทำงาน และสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้ขนาดเหมาะสมกับขนาดร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน
3. เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ ตำแหน่งและทิศทางต่างๆของร่างกายมนุษย์ ซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่ว่าง (Space) การออกแบบกระทำต่อวัตถุและความสัมพันธ์ระหว่างขนาดร่างกายกับขนาดรูปร่างกับขนาดรูปทรงของเครื่องจักร เครื่องมือ สถานที่งาน กระบวนการทำงาน และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน

2.4.4 ความสำคัญของขนาดสัดส่วนของมนุษย์

มนุษยวิทยาแขนงวิชาที่ว่าด้วยการวัดขนาดสัดส่วนของมนุษย์ (Anthropometry) เป็นการศึกษาข้อมูลที่มุ่งเน้นการวัดขนาดสัดส่วนของมนุษย์ในมิติต่างๆ เช่น ความสูงยืน และความกว้าง และความยาวส่วนต่างๆของร่างกายมนุษย์ เป็นต้น การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนมนุษย์มีความสำคัญยิ่งต่อการออกแบบ เนื่องจากขนาดสัดส่วนของมนุษย์ส่วนที่ปฏิสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์โดยตรงจะเป็นหนึ่งในตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ยกตัวอย่างเช่น ความสูงยืนมีอิทธิพลต่อการกำหนดความสูงของประตูโดยสารถประจำทางและความสูงนั่งของมนุษย์มีอิทธิพลต่อการกำหนดความสูงของเก้าอี้ที่นั่ง เป็นต้น

จากการศึกษาข้อมูลของขนาดสัดส่วนของมนุษย์จากการรายงานวิจัยของฝ่ายวิจัยก่อสร้างสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทยและหนังสือ Bodyspace : Anthropometry ,Ergonomics and design ของสตีเวน เฟเชน (Stephen Pheasant) พบว่ามนุษย์มีขนาดสัดส่วนแตกต่างกันไปตามอายุ เพศ ชาติพันธุ์ พันธุกรรม แนวน้อมของสังคมในช่วงหนึ่งๆชนชั้นทางสังคมและอาชีพหน้าที่การทำงาน ดังนั้น การกำหนดกลุ่มประชากรที่ใช้งานผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจนก่อน การ

ออกแบบจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะการระบุกลุ่มประชากรที่แน่นอนจะช่วยให้นักออกแบบสามารถคัดสรรใช้เฉพาะข้อมูลขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้นอกจากนี้นักออกแบบสามารถนำเอาผลิตภัณฑ์ต้นแบบไปทำการทดลองใช้กับกลุ่มประชากรนั้นได้ และสามารถแก้ไขปรับปรุงขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ให้มีสอดคล้องกับขนาดสัดส่วนและพฤติกรรมในการใช้งานของกลุ่มประชากรนั้นๆ ได้ดียิ่งขึ้น

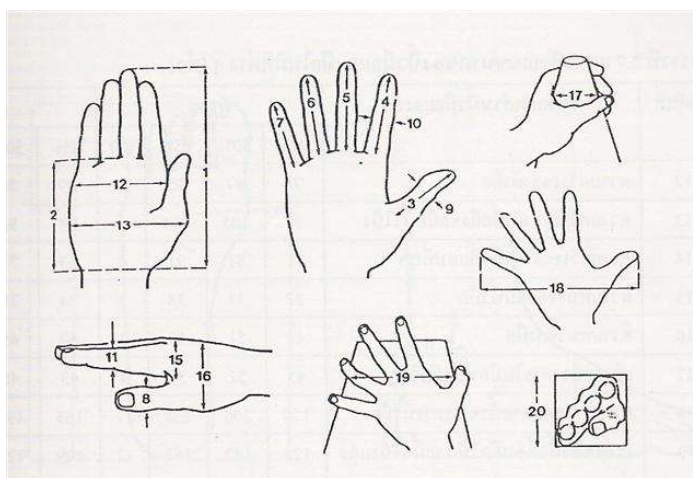
นอกจากผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งมีกฎระเบียบและข้อบังคับตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น หมวกนิรภัย สำหรับผู้ขับขี่จักรยานยนต์ จะมีการกำหนดขนาดสัดส่วนของศีรษะมนุษย์ไว้อย่างชัดเจน นักออกแบบควรศึกษาสัดส่วนของมนุษย์ที่ถูกกำหนดไว้เป็นมาตรฐานในเอกสารของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมได้ที่เว็บไซต์ www.tisi.org.th เพื่อใช้ประกอบอ้างอิงในการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้อีกหนึ่งแหล่งข้อมูล

ตารางที่ 2.3 แสดงตัวเลขขนาดของนิ้วมือและมือในมิติต่างๆ

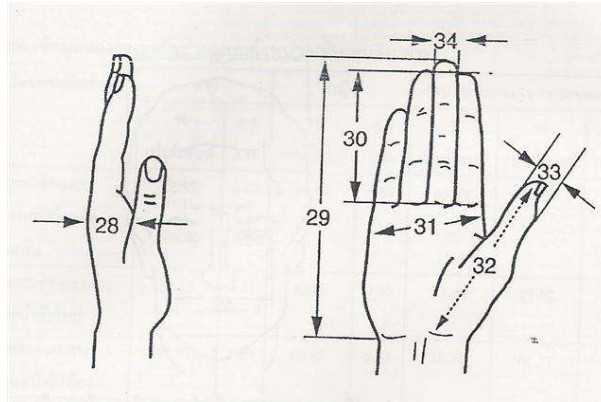
ลำดับที่	ขนาดของสัดส่วนนิ้วมือและมือ	ผู้ชาย				ผู้หญิง			
		5%	50%	95%	SD	5%	50%	95%	SD
1	ความยาวของมือ	173	189	205	10	159	174	189	9
2	ความยาวของฝ่ามือ	98	107	116	6	89	97	105	5
3	ความยาวของนิ้วโป้ง	44	51	58	4	40	47	53	4
4	ความยาวของนิ้วชี้	65	72	79	5	60	67	74	4
5	ความยาวของนิ้วกลาง	76	83	90	5	69	77	84	5
6	ความยาวของนิ้วนาง	65	72	80	4	59	66	73	4
7	ความยาวของนิ้วก้อย	48	55	63	4	43	50	57	4
8	ความกว้างของนิ้วโป้ง	20	23	26	2	17	19	21	2
9	ความหนาของนิ้วโป้ง	19	22	24	2	15	18	20	2
10	ความกว้างของนิ้วชี้	19	21	23	1	16	18	20	1
11	ความหนาของนิ้วชี้	17	19	21	1	14	16	18	1
12	ความกว้างของฝ่ามือ	78	87	95	5	69	76	83	4
13	ความกว้างของฝ่ามือถึงข้อมือนิ้วโป้ง	97	105	114	5	84	92	99	5
14	ความกว้างของฝ่ามือที่แคบที่สุด	71	81	91	6	63	71	79	5
15	ความหนาของคณิ้วมือ	27	33	38	3	24	28	33	3

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

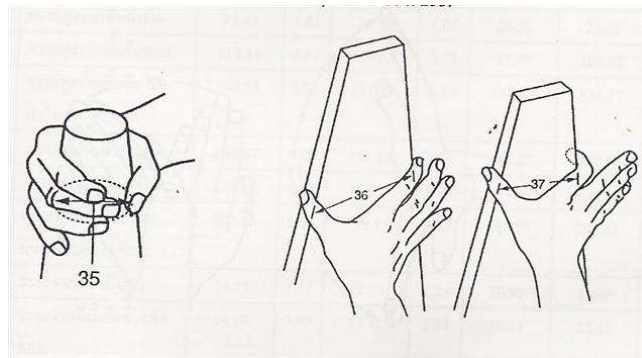
ลำดับที่	ขนาดของสัดส่วนนิ้วมือและมือ	ผู้ชาย				ผู้หญิง			
		5%	50%	95%	SD	5%	50%	95%	SD
16	ความหนาของมือ	44	51	58	4	40	45	50	3
17	เส้นรอบวงภายในมือขณะจับวัตถุ	45	52	59	4	43	48	53	3
18	ความยาวสุดปลายนิ้วขณะกางนิ้วมือ	178	206	234	17	165	190	215	15
19	ระยะของนิ้วที่จับยึดได้ด้วยนิ้วโป้งและนิ้วนาง	122	142	162	12	109	127	145	11
20	ขนาดของนิ้วมือที่สามารถสอดผ่านพื้นที่สี่เหลี่ยม	56	66	76	6	50	58	67	5



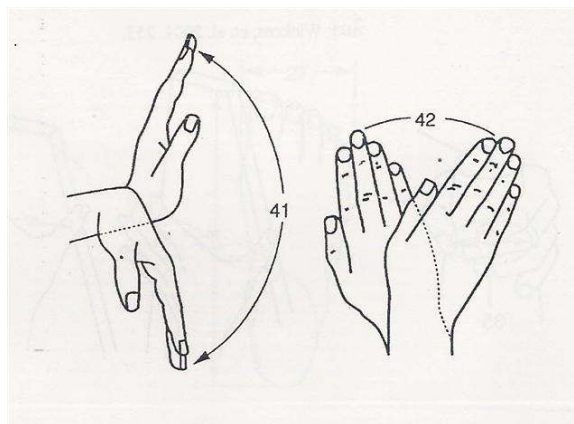
ภาพที่ 2.15 แสดงภาพการวัดมือและนิ้วมือในมิติต่าง ๆ



ภาพที่ 2.16 แสดงภาพสัดส่วนมือด้านหน้าและด้านข้าง



ภาพที่ 2.17 แสดงภาพสัดส่วนของมือกำโดยรอบวัตถุ



ภาพที่ 2.18 แสดงภาพระยะห่างของการพับข้อมือขึ้นและลงและระยะการบิดข้อมือไปด้านข้าง

2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.5.1 หน้าที่ใช้สอย หน้าที่ใช้สอยถือเป็นหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกที่ต้องคำนึงผลิตภัณฑ์ทุกชนิดต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกสบาย ผลิตภัณฑ์นั้นถือว่าเป็นประโยชน์ใช้สอยดี (HIGH FUNCTION) แต่ถ้าหากผลิตภัณฑ์ใดไม่สามารถสนองความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์นั้นก็จะถือว่าเป็นประโยชน์ใช้สอยไม่ดีเท่าที่ควร (LOW FUNCTION)

สำหรับคำว่าประโยชน์ใช้สอยดี (HIGH FUNCTION) นั้น คลาร์ รัตนทัศนีย์ (2528 : 1) ได้กล่าวไว้ว่า เพื่อให้ง่ายแก่การเข้าใจขอให้ดูตัวอย่างการออกแบบมีดหั่นผักแม้ว่ามีดหั่นผักจะมีประสิทธิภาพในการหั่นผักให้ขาดได้ตามความต้องการ แต่จะกล่าวว่า มีดนั้นมีประโยชน์ใช้สอยดี (HIGH FUNCTION) ยังไม่ได้ จะต้องมียอดประกอบอย่างอื่นร่วมอีกเช่น ด้ามจับของมีดนั้นจะต้องมีความโค้งเว้าที่สัมพันธ์กับขนาดของมือผู้ใช้ ซึ่งจะเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดความสะดวกสบายในการหั่นผักด้วย และภายหลังจากการใช้งานแล้วยังสามารถทำความสะอาดได้ง่าย การเก็บและบำรุงรักษาจะต้องง่ายสะดวกด้วย ประโยชน์ใช้สอยของมีดจึงจะครบถ้วนและสมบูรณ์ เรื่องหน้าที่ใช้สอยนับว่าเป็นสิ่งที่ละเอียดอ่อนซับซ้อนมาก ผลิตภัณฑ์บางอย่างมีประโยชน์ใช้สอยตามที่ผู้คนทั่วไปทราบเบื้องต้นว่า มีหน้าที่ใช้สอยแบบนี้ แต่ความละเอียดอ่อนที่นักออกแบบได้คิดออกมานั้นได้ตอบสนองความสะดวกสบายอย่างเต็มที่ เช่น มีดในครัวมีหน้าที่หลักคือใช้ความคมช่วยในการหั่น สับ แต่เราจะเห็นได้ว่าการออกแบบมีดที่ใช้ในครัวอยู่มากมายหลายแบบหลายชนิดตามความละเอียดในการใช้ประโยชน์เป็นการเฉพาะที่แตกต่างเช่น มีดสำหรับปอกผลไม้ มีดแล่เนื้อสัตว์ มีดสับกระดูก มีดบะช่อ มีดหั่นผัก เป็นต้น ซึ่งก็ได้มีการออกแบบลักษณะแตกต่างกันออกไปตามการใช้งาน ถ้าหากมีการใช้มีดอยู่ชนิดเดียวแล้วใช้กันทุกอย่างตั้งแต่แล่เนื้อ สับบะช่อ สับกระดูก หั่นผัก ก็อาจจะใช้ได้ แต่จะไม่ได้ความสะดวกเท่าที่ควร หรืออาจได้รับอุบัติเหตุขณะที่ใช้ได้ เพราะไม่ใช่ประโยชน์ใช้สอยที่ได้รับการออกแบบมาให้ใช้เป็นการเฉพาะอย่าง

การออกแบบเก้าอี้ก็เหมือนกัน หน้าที่ใช้สอยเบื้องต้นของเก้าอี้ คือใช้สำหรับนั่ง แต่นั่งในกิจกรรมใดนั่งในห้องรับแขก ขนาดลักษณะรูปแบบเก้าอี้ก็เป็นความสะดวกในการนั่งรับแขก พุดคุยกัน นั่งรับประทานอาหาร ขนาดลักษณะเก้าอี้ก็เป็นความเหมาะสมกับโต๊ะอาหาร นั่งเขียนแบบบนโต๊ะเขียนแบบ เก้าอี้ก็จะมีขนาดลักษณะที่ใช้สำหรับการนั่งทำงานเขียนแบบ ถ้าจะเอาเก้าอี้รับแขกมาใช้นั่งเขียนแบบ ก็คงจะเกิดการเมื่อยล้า ปวดหลัง ปวดคอ แล้วนั่งทำงานได้ไม่นาน ตัวอย่างดังกล่าวต้องการที่จะพูดถึงเรื่องของหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญและละเอียดอ่อนมาก ซึ่งนักออกแบบจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาข้อมูลอย่างละเอียด

2.5.2 ความปลอดภัย สิ่งที่อำนวยความสะดวกได้มากเพียงใด ย่อมจะมีโทษเพียงนั้น ผลิตภัณฑ์ที่ให้ความสะดวกต่างๆ มักจะเกิดจากเครื่องจักรกลและเครื่องใช้ไฟฟ้า การออกแบบควรคำนึงถึง

ความปลอดภัยของผู้ใช้ ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ต้องแสดงเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจนหรือมีคำอธิบายไว้ผลิตภัณฑ์สำหรับเด็ก ต้องคำนึงถึงวัสดุที่เป็นพิษเวลาเด็กเอาเข้าปากกัดหรืออม นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้เป็นสำคัญ มีการออกแบบบางอย่าง ต้องใช้เทคนิคที่เรียกว่าแบบธรรมดา แต่คาดไม่ถึงช่วยในการให้ความปลอดภัย เช่น การออกแบบหัวเกลียววาล์ว ถังแก๊ส หรือปั๊มเกลียว ล็อกใบพัดของพัดลม จะมีการทำเกลียวเปิดให้ย้อนศรตรงกันข้ามกับเกลียวทั่วไป เพื่อความปลอดภัย สำหรับคนที่ไม่ทราบหรือเคยมือไปหมุนเล่นคือ ยิ่งหมุนก็ยิ่งขันแน่น เป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้

2.5.3 ความแข็งแรง ผลิตภัณฑ์จะต้องมีความแข็งแรงในตัว ผลิตภัณฑ์หรือโครงสร้างเป็นความเหมาะสมในการที่นักออกแบบรู้จักใช้คุณสมบัติของวัสดุและจำนวน หรือปริมาณของโครงสร้าง ในกรณีที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่จะต้องมีการรับน้ำหนัก เช่น โต๊ะ เก้าอี้ ต้องเข้าใจหลักโครงสร้างและการรับน้ำหนัก อีกทั้งต้องไม่ทิ้งเรื่องของความสวยงามทางศิลปะ เพราะมีปัญหาว่า ถ้าใช้โครงสร้างให้มากเพื่อความแข็งแรง จะเกิดสวนทางกับความงาม นักออกแบบจะต้องเป็นผู้ดึงเอาทั้งสองสิ่งนี้เข้ามาอยู่ในความพอดีให้ได้

ส่วนความแข็งแรงของตัวผลิตภัณฑ์เองนั้นก็ขึ้นอยู่กับที่การออกแบบรูปร่างและการเลือกใช้วัสดุ และประกอบกับการศึกษาข้อมูลการใช้ผลิตภัณฑ์ว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องรับน้ำหนักหรือกระทบกระแทกอะไรหรือไม่ในขณะที่ใช้งานก็จะต้องทดลองประกอบการออกแบบไปด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ความแข็งแรงของโครงสร้างหรือตัวผลิตภัณฑ์ นอกจากเลือกใช้ประเภทของวัสดุ โครงสร้างที่เหมาะสมแล้วยังต้องคำนึงถึงความประหยัดควบคู่กันไปด้วย

2.5.4 ความสะดวกสบายในการใช้ นักออกแบบต้องศึกษาวิชากายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับสัดส่วน ขนาด และขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับอวัยวะส่วนต่างๆ ในร่างกายของมนุษย์ทุกเพศ ทุกวัย ซึ่งจะประกอบด้วยความรู้ทางด้านขนาดสัดส่วนมนุษย์ (ANTHROPOMETRY) ด้านสรีรศาสตร์ (PHYSIOLOGY) จะทำให้ทราบ ขีดจำกัด ความสามารถของอวัยวะส่วนต่างๆ ในร่างกายมนุษย์ เพื่อใช้ประกอบการออกแบบ หรือศึกษาด้านจิตวิทยา (PSYCHOLOGY) ซึ่งความรู้ในด้านต่างๆ ที่กล่าวมานี้ จะทำให้นักออกแบบ ออกแบบและกำหนดขนาด (DIMENSIONS) ส่วนโค้ง ส่วนเว้า ส่วนตรง ส่วนแคบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างพอเหมาะกับการร่างกายหรืออวัยวะของมนุษย์ที่ใช้ ก็จะทำให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้การไม่เมื่อยมือหรือเกิดการล้าในขณะที่ใช้ไปนานๆ ผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาวิชาดังกล่าว ก็จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ใช้ต้องใช้อวัยวะร่างกายไปสัมผัสเป็นเวลานาน เช่น เก้าอี้ ด้าม เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ การออกแบบภายในห้องโดยสารรถยนต์ ที่มีจอจับรถจักรยาน ปั๊ม สัมผัสต่างๆ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่ยกตัวอย่างมานี้ถ้าผู้ใช้ผู้ใช้ได้เคยใช้มาแล้วเกิดความไม่สบายร่างกายขึ้น ก็แสดงว่าศึกษาวิชากายวิภาคเชิงกลไม่ดีพอแต่ทั้งนี้ก็ต้องศึกษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้ดีกว่าก่อน จะไปหมายความว่าผลิตภัณฑ์นั้นไม่ดี เพราะผลิตภัณฑ์บางชนิดผลิตมาจากประเทศตะวันตก ซึ่งออกแบบโดยใช้มาตรฐานผู้ใช้ของชาวตะวันตก ที่มีรูปร่างใหญ่โตกว่าชาวเอเชีย เมื่อชาวเอเชียนำมาใช้อาจจะไม่พอดี

หรือหลวม ไม่สะดวกในการใช้งาน นักออกแบบจึงจำเป็นต้องศึกษาสัดส่วนร่างกายของชนชาติหรือเผ่าพันธุ์ที่ใช้ผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์

2.5.5 ความสวยงาม ผลิตภัณฑ์ในยุคปัจจุบันนี้ความสวยงามนับว่ามีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าหน้าที่ใช้สอยเลย ความสวยงามจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการตัดสินใจซื้อเพราะประทับใจ ส่วนหน้าที่ใช้สอยจะดีหรือไม่ต้องใช้เวลาอีกกระยะหนึ่งคือใช้ไปเรื่อยๆ ก็จะเกิดข้อบกพร่องในหน้าที่ใช้สอยให้เห็นภายหลัง ผลิตภัณฑ์บางอย่างความสวยงามก็คือ หน้าที่ใช้สอยนั่นเอง เช่น ผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก ของโชว์ดิสเพลย์ต่างๆ ซึ่งผู้ซื้อเกิดความประทับใจในความสวยงามของผลิตภัณฑ์ ความสวยงามจะเกิดมาจากสิ่งสองสิ่งด้วยกันคือ รูปร่าง (FORM) และสี (COLOR) การกำหนดรูปร่างและสี ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์ไม่เหมือนกับการกำหนด รูปร่าง สี ได้ตามความนึกคิดของจิตรกรที่ต้องการ แต่ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นในลักษณะศิลปะอุตสาหกรรมจะทำตามความชอบ ความรู้สึกนึกคิดของนักออกแบบแต่เพียงผู้เดียวไม่ได้จำเป็นต้องยึดข้อมูลและกฎเกณฑ์ผสมผสานรูปร่างและสีสันทให้เหมาะสม ด้วยเหตุของความสำคัญของรูปร่างและสีที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ นักออกแบบจึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาวิชา ทฤษฎีหรือหลักการออกแบบและวิชาทฤษฎีสี ซึ่งเป็นวิชาทางด้านของศิลปะ แล้วนำมาประยุกต์ผสมผสานใช้กับศิลปะทางด้านอุตสาหกรรมให้เกิดความกลมกลืน

2.5.6 ราคาพอสมควร ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาขายนั้นย่อมต้องมีข้อมูลด้านผู้บริโภคและการตลาดที่ได้ค้นคว้าและสำรวจแล้ว ผลิตภัณฑ์ย่อมจะต้องมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้ว่าเป็นคนกลุ่มใด อาชีพฐานะเป็นอย่างไร มีความต้องการใช้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์นี้เพียงใด นักออกแบบก็จะเป็นผู้กำหนดแบบผลิตภัณฑ์ ประมาณราคาขายให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่จะซื้อได้การจะได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีราคาเหมาะสมกับผู้ซื้อนั้น ก็อยู่ที่การเลือกใช้ชนิดหรือเกรดของวัสดุ และเลือกวิธีการผลิตที่ง่ายรวดเร็ว เหมาะสม

อย่างไรก็ดี ถ้าประมาณการออกมาแล้ว ปรากฏว่า ราคาค่อนข้างจะสูงกว่าที่กำหนดไว้ ก็อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาองค์ประกอบด้านต่างๆ กันใหม่ แต่ก็ยังต้องคงไว้ซึ่งคุณค่าของผลิตภัณฑ์นั้น เรียกว่าเป็นวิธีการลดค่าใช้จ่าย

2.5.7 การซ่อมแซมง่าย หลักการนี้คงจะใช้กับผลิตภัณฑ์ เครื่องจักรกล เครื่องยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่มีกลไกภายในซับซ้อน อะไหล่บางชิ้นย่อมต้องมีการเสื่อมสภาพไปตามอายุการใช้งานหรือการใช้งานในทางที่ผิด นักออกแบบย่อมที่จะต้องศึกษาถึงตำแหน่งในการจัดวางกลไกแต่ละชิ้นตลอดจนนอตสกรู เพื่อที่จะได้ออกแบบส่วนของฝาดกรอบบริเวณต่างๆ ให้สะดวก ในการถอดซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอะไหล่ง่าย

2.5.8. วัสดุและวิธีการผลิต ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ผลิตด้วยวัสดุสังเคราะห์ อาจมีกรรมวิธีการเลือกใช้วัสดุและวิธีผลิตได้หลายแบบ แต่แบบหรือวิธีใดถึงจะเหมาะสมที่สุด ที่จะไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ประมาณ ฉะนั้น นักออกแบบคงจะต้องศึกษาเรื่องวัสดุและวิธีผลิตให้ลึกซึ้ง โดยเฉพาะวัสดุจำพวกพลาสติกในแต่ละชนิด จะมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ต่างกันออกไป เช่น มีความใส ทนความร้อน ผิวนุ่มนวล ทนกรดต่างได้ดี ไม่ลื่น เป็นต้น ก็ต้องเลือกให้คุณสมบัติดังกล่าวให้

เหมาะสมกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่พึงมีอยู่ในยุคสมัยนี้ มีการรณรงค์ช่วยกันพิทักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการใช้วัสดุที่นำกลับมาใช้ใหม่ ก็ยิ่งทำให้นักออกแบบย่อมต้องมียุทธศาสตร์เพิ่มขึ้นอีกคือ เป็นผู้ช่วยพิทักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการเลือกใช้วัสดุที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ ที่เรียกว่า รีไซเคิล

2.5.9 การขนส่ง นักออกแบบต้องคำนึงถึงการประหยัดค่าขนส่ง การขนส่งสะดวกหรือไม่ ระยะใกล้หรือระยะไกลกินเนื้อที่ในการขนส่งมากน้อยเพียงใด การขนส่งทางบกทางน้ำหรือทางอากาศ ต้องทำการบรรจุหีบห่ออย่างไร ถึงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการเสียหายชำรุด ขนาดของตู้คอนเทนเนอร์บรรจุสินค้าหรือเนื้อที่ที่ใช้ในการขนส่งมีขนาด กว้าง ยาว สูง เท่าไหร่ เป็นต้น หรือในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบมีขนาดใหญ่โตยาวมาก เช่น เตียง หรือพัดลมแบบตั้งพื้น นักออกแบบก็ควรที่จะคำนึงถึงเรื่องการขนส่ง ตั้งแต่ขั้นตอนของการออกแบบกันเลยทีเดียว คือ ออกแบบให้มีชิ้นส่วนสามารถถอดประกอบได้ง่าย สะดวก เพื่อให้หีบห่อมีขนาดเล็กที่สุดสามารถบรรจุได้ในลังที่เป็นขนาดมาตรฐาน เพื่อการประหยัดค่าขนส่ง เมื่อผู้ซื้อซื้อไปก็สามารถที่จะขนส่งได้ด้วยตนเองนำกลับไปบ้านก็สามารถประกอบชิ้นส่วนให้เข้ารูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้โดยสะดวกด้วยตนเอง

2.6. การออกแบบเครื่องจักรกล วรวิทย์ อิงภากรณ์ และชาญ ญัตติงาน (2540 : 36-45)

การออกแบบเครื่องจักรกล หมายถึง การออกแบบสิ่งต่างๆ ระบบต่างๆ ของเครื่องจักรกล ผลิตภัณฑ์ โครงสร้าง อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ สำหรับการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกลส่วนใหญ่แล้วจะใช้หลักทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์วัสดุ (Materials Sciences) วิทยาศาสตร์ทางวิศวกรรมเครื่องกล (Engineering Mechanics Sciences)

การออกแบบเครื่องจักรกล จะต้องรู้เข้าใจเกี่ยวกับการจัดจำแนกชิ้นส่วนเครื่องจักรกลต่างๆ ตั้งแต่การคำนวณจากข้อมูลที่ทราบ เช่น งานที่ทำได้ กำลังงานที่ใช้ แล้วคำนวณแรงในแต่ละส่วนตามลำดับหน้าที่ของการทำงานของเครื่อง โดยใช้หลักการของกลศาสตร์ แล้วทำการออกแบบแต่ละชิ้นส่วนเพื่อให้สามารถทำงานได้ ตามหน้าที่โดยไม่พังหรือเสียหาย

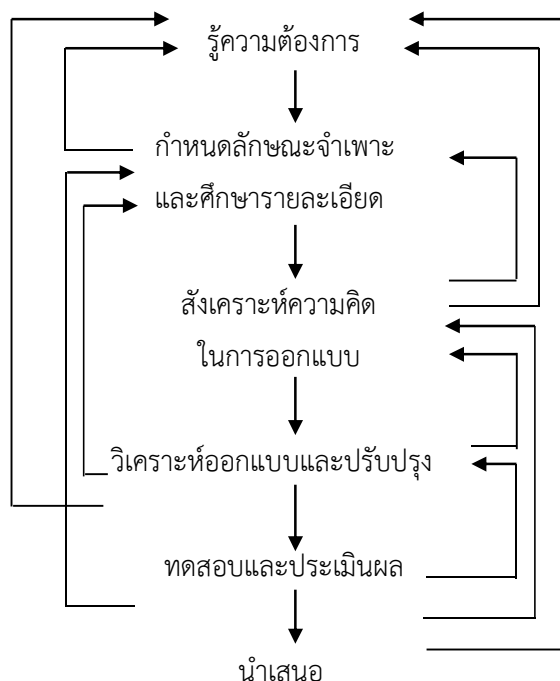
การออกแบบเครื่องจักรกล ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์และภาชนะต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารนั้นต้องมีการศึกษารายละเอียดทางด้านความแข็งแรง คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการผลิต รวมทั้งระบบต่างๆ ของเครื่องจักรกล เพื่อให้การออกแบบเครื่องจักรกล มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และเกิดความปลอดภัย

เราจำเป็นต้องใช้หลักการของความแข็งแรงของวัสดุ来帮助แก้ปัญหาทางวิศวกรรม โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ขนาดของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลมีความถูกต้องเหมาะสม ในวิธีการนั้นผู้ออกแบบจะต้องทำการวิเคราะห์ความเค้น (Stress) เพื่อตัดสินใจที่จะใช้ชิ้นส่วนต่างๆ สามารถรับความเค้นสูงสุด (Maximum Stress) แต่ละชนิด

1. ลำดับขั้นในการออกแบบการออกแบบเป็นกระบวนการที่น่าสนใจมาก จะเริ่มต้นอย่างไร วิศวกรจะเริ่มต้นจากการแสดงความคิดลงไปกระดาษเปล่าหรือ ต่อไปอะไรจะเกิดขึ้น มี

องค์ประกอบหรือ ตัวควบคุมที่มีผลต่อการตัดสินใจในการทำอะไรบ้าง และสุดท้ายการออกแบบจะสิ้นสุดลงอย่างไร

ขบวนการออกแบบที่สมบูรณ์ตั้งแต่เริ่มจนสำเร็จ



ภาพที่ 2.19 แผนผังขบวนการออกแบบ

1.1 รับรู้ความต้องการ การออกแบบเริ่มต้นจากวิศวกร ได้รับรู้ความต้องการของลูกค้าที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งาน คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความแข็งแรง ทนทาน ที่สูงขึ้นจึงเป็นแรงผลักดันให้มีการออกแบบ พัฒนา ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขึ้น บางครั้งการรับรู้อาจจะไม่ชัดเจน คลุมเครือ บางสิ่งบางอย่างไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจนทั้งหมด และมีความขัดแย้งกันและมักจะเกิดขึ้นพร้อมๆกันได้เสมอ วิศวกรจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ประสบการณ์ความสามารถที่มีอยู่ทำความเข้าใจกับความต้องการ และปัญหานั้นๆให้ถูกต้อง

1.2 การกำหนดลักษณะจำเพาะและศึกษารายละเอียด รวบรวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการออกแบบให้มากที่สุด เช่น คุณลักษณะ ขนาด อายุการใช้งาน จำนวนที่ผลิต ราคาและสิ่งที่คาดว่าจะสามารถจะมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้างอันเนื่องมาจากการออกแบบ เช่น กรรมวิธีการผลิต การเลือกใช้วัสดุ การแข่งขันกันทางการตลาด

1.3 สังเคราะห์ความคิดในการออกแบบ หลังจากทำการศึกษารายละเอียดของสิ่งที่ จะออกแบบแล้ว ก็จะเป็นขั้นการสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบ คือการ

วิเคราะห์และหล่อหลอมความคิดเก่าและใหม่เข้าด้วยกัน จนทำให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น ซึ่งดีกว่า มีคุณค่ากว่า และอำนวยความสะดวกได้มากที่สุด

1.4 วิเคราะห์ออกแบบและปรับปรุง เมื่อผ่านขั้นตอนมา 3 ขั้นตอนแล้ว ก็ทำการวิเคราะห์รายละเอียดของสิ่งที่จะออกแบบ ส่วนประกอบ หน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วน วิธีการผลิตที่ทำให้เป็นไปได้ในการทำการผลิตจำนวนมาก ความสะดวกรวดเร็ว ต้นทุนต่ำ แล้วจึงทำการออกแบบส่วนประกอบใหญ่ๆ และชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วนให้มีความสัมพันธ์กันและสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ขนาด ลักษณะรูปร่าง ที่เหมาะสม ซึ่งจะย้อนกลับไปพิจารณาให้เป็นไปตามลักษณะจำเพาะ และทำการปรับปรุงเป็นไปตามความต้องการและการใช้งานให้มากที่สุด

1.5 ทดสอบและประเมิน เมื่อสร้างต้นแบบเสร็จก็ทำการทดลองหรือทดสอบ ซึ่งจะต้องมีการบันทึกข้อมูลต่างๆ ระหว่างการทดสอบและผลการทดสอบด้วย ผลจากการทดสอบอาจทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลง หรือการปรับปรุงการออกแบบเบื้องต้นหรือแบบรายละเอียดบางประการ เมื่อเปลี่ยนแปลงปรับปรุงแล้วก็ต้องทำการทดสอบใหม่ จนกระทั่งสิ่งออกแบบนั้นมีคุณภาพ หรือมีสมรรถนะ สามารถทำงานได้ตามความต้องการ

1.6 นำเสนอ ขั้นตอนสุดท้ายของการออกแบบ คือการนำเสนองานการออกแบบ ซึ่งจะเป็นสิ่งประดิษฐ์หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดเป็นสินค้าต่อลูกค้า หรือผู้ต้องการใช้ โดยอาศัยสิ่งต่างๆ เช่น รายงาน การพูดประกาศที่ชุมชน สิ่งพิมพ์และอื่นๆ ที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ออกแบบ

2. ข้อที่ต้องพิจารณาในการออกแบบ

สิ่งสำคัญที่สุดที่จะต้องคำนึงถึงในการออกแบบคือ ความแข็งแรง (Strength) ซึ่งจัดว่าเป็นองค์ประกอบหลักในการกำหนดรูปร่างและขนาดของชิ้นส่วน จึงกล่าวได้ว่าความแข็งแรงจึงเป็นข้อพิจารณาในการออกแบบที่สำคัญอย่างหนึ่ง และสิ่งอื่นๆอีกหลายอย่าง ที่จะต้องพิจารณาซึ่งอาจจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดกระทบกระเทือนต่อการออกแบบชิ้นส่วน หรือเครื่องจักรกลหรือระบบที่ได้ออกแบบมีความเสียหาย ไม่สามารถใช้งานได้ หรือใช้งานได้ไม่ถึงขีดความสามารถตามที่ออกแบบไว้

ข้อพิจารณาในการออกแบบที่ใช้กับอยู่บ่อยๆ ได้แก่

1. ความแข็งแรง
2. ความเชื่อมั่น
3. การพิจารณาที่เกี่ยวกับความร้อน
4. การกัดกร่อน
5. การสึกหรอ
6. ความเสียหาย
7. กระบวนการ
8. ประโยชน์
9. ราคา
10. ความปลอดภัย

11. น้ำหนัก
12. เสียง
13. รูปร่าง
14. รูปทรง
15. ขนาด
16. ความยืดหยุ่น
17. ความแข็งตึง
18. ผิวสำเร็จ
19. การหล่อลื่น
20. การบำรุงรักษา
21. จำนวน

ข้อพิจารณาในการออกแบบดังกล่าวนี้เป็นแนวทางในการกำหนดชนิดวัสดุ ขบวนการทำ และการประกอบชิ้นส่วนในระบบ

2.6.1 รูปทรงเบื้องต้นของโครงสร้าง

1. กล่องตัน (Flock) คือ ก้อนซึ่งมีขนาดโตมากในทางปฏิบัติอาจไม่มีการสร้างให้ได้รูปทรงตามต้องการ เพราะต้องการประหยัดวัสดุ แต่ต้องการให้คงได้ความแข็งแรงและความแข็งแรงให้พอเท่านั้นจึงทำเป็นกล่องกลวงเปิดภายใน หรือประกอบรูปทรงพอให้ได้คุณสมบัติกล่องตันและแผ่นพาด Bearmand Planks พวกคนใช้ผิวของด้านแคบรับน้ำหนักบรรทุกทุกคันรับแรงดันในแนวตั้งกับระนาบคนได้ดี ที่ผิวแรงอัดนั้นอาจเสริมเนื้อให้แข็งตัว Stffener ให้มีหน้าตัดมากขึ้นได้ และอาจเสริมปล่องตันเป็นระยะ เพื่อช่วยรับแรงอัดแนวทะแยงซึ่งเกิดจากแรงเฉือน หรือทำการเสริมที่ผิวล่างให้หนาขึ้นเพื่อรับแรงดึงก็ได้ เมื่อพิจารณาดูคานปีกยื่น Pange จะเห็นว่าปีกบนปีกล่างและตัวแผ่นแกนตั้งรับแรงเฉือน ซึ่งเกิดทั้งแรงอัดแนวทะแยงและแรงดึงด้วย เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัดต่างๆกัน เมื่อพิจารณาแกนทั้ง 2 ในระนาบที่ตั้งฉากกับแรงอัดที่แล้ว

รูปจัตุรัสรับแรงโก่งเดาะได้ดีเท่ากันทั้ง 2 แกน

รูปผืนผ้าจะเกิดแรงโก่งเดาะ ในแนวทิศตั้งฉากกับแกนยาว

รูปฉาก ตรงมุมไม่โก่งเดาะ ตรงปลายฉากกำลังด้อย

รูปกลวงต่างๆเช่น สี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง รูปกลมกลวงรับแรงอัดได้ดีมาก ทำให้เพิ่มความยาวของท่อนรับแรงอัดได้ โดยยังไม่เกิดโก่งเดาะเสียหาย ดังนั้นมุมมีส่วนช่วยให้ไม่โก่งเดาะง่าย

เม็ด Particle ไม่มีคุณสมบัติในการรับแรง

เส้นเอ็น Tendon มีคุณสมบัติในการรับแรง ได้ดังนี้

- รับแรงดึงตามแนวเส้นได้

- รับแรงโก่งเดาะ Bucking เมื่อรับแรงอัด
- รับแรงอัดเฉือนไม่ได้

2. ผืน (Sheet) สามารถรับแรงดึงได้ดีในแนวนอนกับระนาบของผืน หรือเมื่อยึดการรอบพื้นที่ผืน หรือเมื่อยึดปลายทั้งสองผืน หรือยึดปลายหนึ่งของผืนไว้ ผืนควรมีคุณสมบัติทางเคมีกำลังดี มีความเหนียว ผืนทำโค้งตามแนวเดียวได้ แต่ทำโค้ง 2 ทิศไม่ได้ถ้าไม่ตัดประกอบใหม่ ผืนมีโครงกรอบ Trame Sheet จะรับแรงดึงแรงเฉือน และแรงอัดทแยงได้ จะเสียหายเมื่อแรงอัดทแยงไปทำให้เกิดการโก่งเดาะตัวกรอบ

3. ก้อน (Brick) มีคุณสมบัติต่างกันไปแล้วแต่คุณสมบัติวัสดุที่นำมาใช้ประกอบเป็นก้อนรับแรงประเภทต่างๆได้ดี พวกกล่อ่งตันหรือก้อนขนาดโตขึ้น มีกำลังและความแข็งแรงมาก

4. ท่อน (Rod) คือ เส้นเอ็นขนาดใหญ่ขึ้น รับแรงดึง อัด ตัด และรับแรงบิดได้ดีมาก ถ้าใช้เป็นเสาสั้นรับแรงดัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากขึ้นอาจโก่งเดาะได้ต้องแก้ไขให้มีความแข็งแรงตัวมากขึ้น เช่น ใช้ตัวดึงมันเป็นเกลียวรอบความยาว เมื่อใช้วัสดุรับแรงดึงดีมาก เป็นท่อนจะรับแรงได้ทุกประเภท เมื่อใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงจะรับแรงเฉือนกับแรงบิดได้

2.6.2 ระบบสุญญากาศ

ปั๊มสุญญากาศ หรือ Vacuum Pump เป็นอุปกรณ์ประเภทหนึ่งที่ถูกรวบรวมขึ้นมาจากโดยอาศัยเทคโนโลยีที่มีความหลากหลาย เพื่อจุดประสงค์สำคัญในการช่วยทำให้ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) สามารถทำหน้าที่ในการช่วยกำจัดโมเลกุลของก๊าซหรืออนุภาคของอากาศออกจากบริเวณพื้นที่ปิด (Enclosed Space) ที่กำหนด พร้อมทั้งทำให้พื้นที่เหล่านี้เกิดความแตกต่างของความดันและกลายเป็นสุญญากาศ (Vacuum) ทั้งหมดหรือเพียงแค่บางส่วนได้ตามที่ต้องการ เพื่อประโยชน์ในการทำความสะดวกหรือปิดผนึกพื้นที่เหล่านั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) มักจะถูกออกแบบมาให้มีขนาดที่เล็กกะทัดรัดและใช้งานง่าย แต่ก็มีคุณสมบัติที่โดดเด่นในด้านของความแข็งแรงและทนทานต่อฝุ่นละออง ของเหลว หรือสารเคมีประเภทต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี เพื่อให้สามารถตอบโจทย์กับการนำมาใช้งานได้อย่างหลากหลายในทุกอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หน้าที่ของปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) ในการนำเอาปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) มาใช้งานภายในห้องแล็บหรืออุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ปั๊มสุญญากาศ หรือ Vacuum Pump เหล่านี้จะมีหน้าที่หลักในการช่วยเปลี่ยนแปลงแรงดันภายในบริเวณพื้นที่ปิดที่กำหนด ไม่ว่าจะด้วยวิธีทางกลหรือทางเคมีก็ตาม เพื่อช่วยปรับเปลี่ยนพื้นที่เหล่านี้ให้กลายมาเป็นพื้นที่ที่มีแรงดันสุญญากาศที่เหมาะสมกับความต้องการในการนำมาใช้งานภายในอุตสาหกรรมได้อย่างลงตัวมากที่สุด ซึ่งกระบวนการทำงานของปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) เพื่อให้ได้มาซึ่งสุญญากาศทั้งหมดหรือเพียงแค่บางส่วนนี้ ก็ไม่ได้เกิดขึ้นจากการที่ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) ทำการดูดก๊าซหรืออนุภาคของอากาศออกมา แต่เกิดขึ้นจากการที่ปั๊มสุญญากาศ หรือ Vacuum Pump ทำหน้าที่ในการผลักและเคลื่อนย้ายโมเลกุลของก๊าซหรืออากาศจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง เพื่อสร้างพื้นที่

สุญญากาศโดยอาศัยหลักการไหลของโมเลกุลจากพื้นที่ที่มีความหนาแน่นมากไปยังพื้นที่ที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า

ประเภทและรูปแบบการใช้งานปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) ในปัจจุบันนี้ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาให้มีรูปแบบและวิธีการใช้งานที่หลากหลาย เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการในการนำเอาปั๊มสุญญากาศ หรือ Vacuum Pump มาใช้งานในสภาพแวดล้อมและอุตสาหกรรมที่หลากหลายได้อย่างเต็มประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งประเภทของปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) ที่เราหยิบยกขึ้นมาแนะนำเสนอในวันนี้ก็สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทหลัก ๆ ซึ่งมีรูปแบบและหลักการทำงานที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

2.6.2.1 ปั๊มสุญญากาศ แบบ Liquid Ring Vacuum Pump

2.6.2.2 ปั๊มสุญญากาศ แบบ Liquid Ring Vacuum Pump หรือปั๊มสุญญากาศแบบวงแหวนน้ำ เป็นระบบปั๊มสุญญากาศที่มีหลักการทำงานที่เรียบง่าย โดยอาศัยแรงเหวี่ยงของใบพัดเพื่อช่วยให้ของเหลวภายในตัวปั๊มสุญญากาศเกิดลักษณะที่เป็นวงแหวน และสามารถทำการบีบอัดก๊าซหรืออากาศเพื่อสร้างเป็นสภาวะสุญญากาศได้โดยที่ไม่มีชิ้นส่วนไหนของปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) ที่ต้องสัมผัสกัน เพราะฉะนั้นแล้วปั๊มสุญญากาศแบบ Liquid Ring Vacuum Pump จึงได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานเพื่อการช่วยจัดการกับสภาวะที่มีสารเคมีปนเปื้อนสูง สภาวะที่มีฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรกปนเปื้อน ตลอดจนสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง และสภาวะที่มีไอน้ำหรือความชื้นเป็นจำนวนมาก เป็นต้น

2.6.2.3 ปั๊มสุญญากาศ แบบ Liquid Ring Compressor Pump หรือปั๊มสุญญากาศแบบคอมเพรสเซอร์วงแหวนน้ำ จะมีหลักการทำงานเพื่อการช่วยสร้างสภาวะสุญญากาศ โดยอาศัยแรงหมุนของใบพัดเพื่อสร้างวงแหวนของเหลวเช่นเดียวกันปั๊มสุญญากาศ แบบ Liquid Ring Vacuum Pump แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการใช้งานปั๊มสุญญากาศ แบบ Liquid Ring Compressor Pump นั้นก็ถือว่าดีมีข้อได้เปรียบที่เหนือกว่าปั๊มสุญญากาศ แบบ Liquid Ring Vacuum Pump ค่อนข้างมากส่งผลให้ปั๊มสุญญากาศ แบบ Liquid Ring Compressor Pump หรือปั๊มสุญญากาศแบบคอมเพรสเซอร์วงแหวนน้ำ จึงได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานในอุตสาหกรรมการผลิตที่ต้องการนำก๊าซหรือไอระเหยหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ในอุตสาหกรรม ตลอดจนการนำมาใช้งานแบบเฉพาะด้านเพื่อการช่วยบีบอัดก๊าซคลอรีนหรือไฮโดรเจน, การผลิตมอนอเมอร์ (Monomer) ของ Vinyl Chloride, การผลิตไบโอดีเซล, การผลิตเอทานอล, ตลอดจนกระบวนการ Tranesterification เป็นต้น

2.6.2.4 ปั๊มสุญญากาศ แบบ Dry Vacuum Pump หรือปั๊มสุญญากาศแบบแห้ง เป็นปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) ประเภทหนึ่งที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษและมีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก เนื่องจากกระบวนการสร้างสภาวะสุญญากาศของปั๊มสุญญากาศ แบบ Dry Vacuum Pump นั้นอาศัยเพียงแค่การหมุนสวนทางกันของเกลียวที่อยู่ในปั๊มสุญญากาศ เพื่อกักเก็บก๊าซหรืออากาศให้อยู่ในระหว่างร่องของเกลียว โดยที่ไม่ต้องมีการใช้น้ำ น้ำมัน หรือสารหล่อลื่นประเภทต่าง ๆ

รวมไปถึงไม่ได้มีการก่อให้เกิดความร้อนหรือการเผาไหม้ในระหว่างการใช้งาน ส่งผลให้ปั๊มสุญญากาศแบบ Dry Vacuum Pump จึงเหมาะสำหรับการนำมาใช้งานในสภาวะที่มีการกัดกร่อนสูง หรือสภาวะที่ไอของสารเคมีและ ไอน้ำเกิดการปนเปื้อนสูง ตลอดจนการนำมาใช้งานเพื่อกู้คืนไอระเหยที่ไม่ความแน่น (Uncondensed Vapour) ของตัวทำละลายประเภทต่าง ๆ ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2.6.2.5 ปั๊มสุญญากาศ แบบ Gas Ejector เป็นปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) ที่ได้รับความนิยมในการนำมาสร้างสภาวะสุญญากาศในระบบต่าง ๆ ที่มีรูปแบบการใช้งานที่มีความหลากหลาย เนื่องด้วยหลักการทำงานของปั๊มสุญญากาศ แบบ Gas Ejector ที่มีการใช้แก๊สแรงดันสูงในการทำหน้าที่บีบอัดแก๊สส่วนเกินตามทฤษฎีของเบอร์นูลลี (Bernoulli's Principle) เพื่อสร้างสภาวะสุญญากาศโดยที่ไม่ทำให้ชิ้นส่วนปั๊มสุญญากาศ แบบ Gas Ejector ต้องเกิดการเคลื่อนไหวที่นำไปสู่การสึกหรอและการเสื่อมสภาพเกิดขึ้น ส่งผลให้โดยส่วนใหญ่แล้วปั๊มสุญญากาศ แบบ Gas Ejector จึงมักจะถูกนำมาใช้งานเพื่อการช่วยกู้คืนแก๊สที่กำลังถูกเป็นไฟจากถังเก็บ หรือนำมาใช้สำหรับการกลั่นน้ำมันดิบ เป็นต้น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกรียงไกร แซมสีม่วง, จุลพงศ์ พุกษะศร (2560) เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในสภาพเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรสมัยใหม่นี้ทำการพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของเกษตรกรผู้ปลูกผักคะน้าในระบบโรงเรือนโดยเฉพาะ เพื่อทดแทนการใช้แรงงานคน เนื่องจากทำให้เกิดการสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ เวลา และเกิดความเมื่อยล้าแก่ผู้ปฏิบัติงาน โดยหลักการทำงานเน้นแบ่งออกเป็น ส่วนที่ 1 ชุดส่งกำลัง ซึ่งเน้นใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 Hp ต่อเข้ากับชุดเกียร์ทดรอบเพื่อขับโซ่ลำเลียง ส่วนที่ 2 ชุดบรรจุดิน เน้นบรรจุดินลงในสภาพเพาะมาตรฐานขนาด 105 หลุม (แบบ CHIA TAI 105 I) โดยมีตัวคลุกเคล้าและกวาดดิน ทำให้ดินไหลลงสู่สภาพเพาะได้ในปริมาณที่กำหนด และส่วนที่ 3 ชุดหยอดเมล็ด เน้นหยอดเมล็ดพันธุ์ลงในสภาพเพาะด้วยจำนวน 4 เมล็ดต่อหลุมแบบทำงานต่อเนื่อง ผลการทดสอบเครื่องพบว่าที่ความเร็วรอบของชุดหยอด 8 rpm หรือความเร็วของสภาพเพาะกล้าที่ 0.035 m/s มีความสามารถทำงานเป็น 140 trays/hr-1 คิดเป็นอัตรา 14,700 holes/hr-1 โดยมีร้อยละของการงอกหลังจากหยอดเป็น 86.62 และมีร้อยละการสูญเสียของเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 12.48 และเมื่อเปรียบเทียบกับ การหยอดโดยใช้แรงงานคน พบว่าความสามารถทำงานของคนเป็น 16 trays/hr-1 หรืออัตรา 1,680 holes/hr-1 โดยมีร้อยละของการงอกหลังจากหยอด และร้อยละของการสูญเสียเป็น 87.01 และ 13.16 ตามลำดับ

จรัสชัย เย็นพยัค (2562) งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาความแม่นยำในการหยอดของเครื่องย้ายเมล็ดพันธุ์ลงในสภาพเพาะกล้า ต้นแบบ โดยทำการศึกษากลไกการทำงานหลักคือกลไกของหัวดูดเมล็ดพันธุ์ เครื่องย้ายเมล็ดพันธุ์ต้นแบบถูกออกแบบให้ทำการหยอดเมล็ดได้ครั้งละ 200 หลุมหรือทุกรอบการทำงานจะสามารถหยอดเมล็ดได้ 1 ถาด หลังจากสร้างเครื่องต้นแบบแล้วเสร็จจึงได้ทำการศึกษาความแม่นยำในการหยอดเมล็ดของชุดหัวดูดกับ เมล็ดพันธุ์ทั้ง 3 ชนิดคือ ผักสลัดแบบเคลือบ ผักสลัด

แบบไม่เคลือบ และฝักกวางตุ้ง โดยมีชุดหัวดูด 4 แบบคือ ชุดหัวดูดแบบหัวเข็มเล็ก ชุดหัวดูดแบบหัวเข็มกลาง ชุดหัวดูดแบบหัวเข็มใหญ่ และชุดหัวดูดแบบไม่มีหัวเข็ม หลังจากนั้นจึงเปรียบเทียบความแม่นยำและระยะเวลาในการหยอดเมล็ดระหว่างเกษตรกร 5 คนกับเครื่องย้ายเมล็ดพันธุ์ต้นแบบ จากการทดลองพบว่าการทำงานของเครื่องต้นแบบใช้เวลาหยอดเมล็ดต่อภาคประมาณ 38 วินาที ขณะที่แรงงานคนใช้เวลา 241- 461 วินาที ความแม่นยำการหยอดพิจารณาจากค่าดัชนีการหยอดที่ละเมล็ดพบว่าเครื่องต้นแบบให้ค่าความแม่นยำในการหยอดสูงสุดร้อยละ 84 เมื่อหยอดเมล็ดกวางตุ้งด้วยหัวดูด แบบไม่มีหัวเข็ม ขณะที่แรงงานคนให้ค่าความแม่นยำในการหยอดร้อยละ 74.996 ขึ้นอยู่กับลักษณะของเมล็ดพันธุ์และความชำนาญของเกษตรกร

กษิตศ พลทองวิจิตร (2550) ได้วิจัยเรื่อง การปรับปรุงการปฏิบัติงานเพื่อลดความเมื่อยล้าของพนักงานโดยการใช้อุปกรณ์ลำเลียงขนถ่ายวัสดุกรณีศึกษาบริษัทผลิตข้อโซ่ลำเลียงอุตสาหกรรมวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือการปรับปรุงการปฏิบัติงานเพื่อลดปัญหาความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น จากการทำงานของพนักงานในบริษัทผลิตข้อโซ่ลำเลียงอุตสาหกรรม จากการวิจัยสภาพการทำงาน พบว่า พนักงานปฏิบัติงานก้มและยก Forged Chain ที่มีน้ำหนัก 15 kg. ด้วยความถี่ 0.2 ครั้ง/นาที่ ต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง/วัน ผู้วิจัยคำนวณค่า AL, MPL, RWL ได้เท่ากับ 10.70 kg., 32.10 kg., 10.46 kg. ซึ่งพบว่าน้ำหนักของ Forged Chain มีค่าอยู่ระหว่าง AL และ MPL แต่มีค่าสูงกว่า AL, RWL นั่นคือ น้ำหนัก Forged Chain มากกว่าระดับที่ยอมรับได้ AL และขีดจำกัดของน้ำหนักที่แนะนำ RWL ซึ่งจะส่งผลต่อร่างกายพนักงานฝ่ายผลิตทั้ง 4 คน โดยมีอาการเมื่อยล้าและเจ็บปวดบริเวณหลัง ส่วนบน นอกจากนั้นค่าดัชนีชี้วัดการยกน้ำหนัก LI ของพนักงานทั้ง 4 คน มีค่าเท่ากับ 1.24 ซึ่งมีค่า มากกว่า 1 และเกินมาตรฐานที่กำหนดอีกด้วย แต่หลังจากการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานโดยใช้ อุปกรณ์ลำเลียงขนถ่ายวัสดุเข้ามาช่วย จะพบว่าค่า AL, MPL, RWL มีค่าสูงขึ้นเท่ากับ 49.67 kg., 149.01 kg., 22.00 kg. นั่นคือ ระดับที่ยอมรับได้ AL และขีดจำกัดของน้ำหนักที่แนะนำ RWL มีค่ามากกว่าน้ำหนักของ Forged Chain และค่า LI มีค่าน้อยลงเท่ากับ 0.68 ซึ่งน้อยกว่า 1 และ ไม่เกินมาตรฐาน ผลการปรับปรุงในครั้งนี้สามารถลดอาการเมื่อยล้า และลดอัตราการลาป่วยของ พนักงานลงได้อย่างเห็นได้ชัด

ธรรมณชาติ วันแต่ง, สุวิมล เทียกทุม, น้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์ และ ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ (2562) ศึกษาเรื่องการพัฒนาเครื่องขึ้นรูปและแม่พิมพ์ สำหรับผลิตสินค้าของที่ระลึกจังหวัดเพชรบูรณ์ จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรผลการวิจัยพบว่าเครื่องขึ้นรูปและแม่พิมพ์สามารถทำการอัดขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เวลาในการอัดขึ้นรูปอยู่ในช่วง 15-20 นาที ขึ้นกับชนิดวัสดุและชนิดกาวยประสาน ชิ้นงานสินค้าของที่ระลึกที่ผ่านการอัดขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ทั้งหมด 48 ชิ้น มีความสมบูรณ์จากแม่พิมพ์เชิงเทียน 12 ชิ้นและแม่พิมพ์ถาดใส่ของ 18 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 62.5 จากชิ้นงานทั้งหมด และชิ้นงานที่ไม่สมบูรณ์คือขึ้นรูปได้เพียงสามในสี่ส่วนของแบบแม่พิมพ์ที่ออกแบบไว้ แบ่งเป็นขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์เชิงเทียน 12 ชิ้น ขึ้นรูปจากใบและชานอ้อย ใบและต้นข้าวโพด และแม่พิมพ์ถาดใส่ของ 6 ชิ้น ขึ้นรูปจากใบและชานอ้อย คิดเป็นชิ้นงานไม่สมบูรณ์ร้อยละ 37.5 ชิ้นงานที่ไม่สมบูรณ์ ผู้ใช้งานมีความ

คิดเห็นต่อเครื่องและแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปสินค้าที่ระลึกจังหวัดเพชรบูรณ์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวน 50 ราย แบบเฉพาะเจาะจง ณ กลุ่มสตรีก้าวหน้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าความพึงพอใจในภาพรวมที่มีต่อเครื่องและแม่พิมพ์ขึ้นรูปสินค้าที่ระลึกผู้ประเมินเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยคือ 4.14 พึงพอใจในระดับมาก

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยการออกแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า มีดังนี้

- 3.1 ศึกษารูปแบบและสำรวจความต้องการข้อมูลปัญหาของกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก
- 3.2 ออกแบบและสร้างเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า
- 3.3 ทดสอบประสิทธิภาพการกรอกดินในถาดเพาะได้ตามปริมาตรที่กำหนด
- 3.4 เก็บผลการทดสอบปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า
- 3.5 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสรุปผล

3.1 ศึกษารูปแบบและสำรวจความต้องการข้อมูลปัญหาของกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก

จากการลงพื้นที่สำรวจความต้องการและปัญหาของกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก วิชากิจชุมชนผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก มีอาชีพปลูกผักปลอดสารเคมี มีการปลูกพืชผักหลายชนิด เช่น กะหล่ำปลี มะเขือ ถั่วฝักยาว พริกชี้หนู แตงกวา ผักสลัด ฯลฯ มีการเพาะเมล็ดพันธุ์พืชผักออร์แกนิกออกจำหน่าย มีการพัฒนาทุกด้านอย่างต่อเนื่อง ผ่านการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ SDGsPGS ประเภทการรับรองอินทรีย์ (Organic) จากสมาพันธ์เกษตรกรรมยั่งยืนแห่งประเทศไทย สามารถนำสินค้าส่งออกจำหน่ายไปยังตลาดชุมชน และห้างสรรพสินค้าสร้างรายได้ให้กับกลุ่มมากกว่า 200,000 บาท เนื่องจากส่งขายเป็นรายใหญ่ และรับผิดชอบต้นทุนค่าปัญหาของการผลิตต้นกล้าคือ ยังใช้แรงงานคนอยู่ซึ่งจะได้เนื้องานช้า ใช้เวลานาน ต้องระดมสมาชิกมาช่วยกันถ้าวันไหนสมาชิกไม่มาหรือมาน้อย ก็จะทำให้งานล่าช้า ทางกลุ่มจึงอยากได้เครื่องที่สามารถกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชผัก เพื่อลดแรงงานคนและเวลา

3.2 ออกแบบและสร้างเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

สรุปผลจากการเก็บข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ ขอบเขตการออกแบบดังนี้
ออกแบบและสร้างเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้าถาดขนาด 200 หลุม สำหรับเมล็ดพืชผักสวนครัว ผักสลัดที่เป็นเมล็ดกลม ผักตัวอย่าง 4 ชนิด เครื่องสามารถทำงานรวดเร็วกว่าคนและสะดวกในการทำงาน

3.2.1 ออกแบบเครื่องตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ และพัฒนารูปแบบเครื่องให้เหมาะกับการใช้งาน ออกแบบและเขียนแบบร่าง

3.2.2 เขียนแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

3.2.3 ผลิตภัณฑ์แบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

สรุปแนวคิดในการออกแบบ

จากการเก็บข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ ขอบเขตการออกแบบดังนี้ ออกแบบและสร้างเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้าถาดขนาด 200 หลุม สำหรับเมล็ดพืชผักสวนครัว ผักสลัดที่เป็นเมล็ดกลมแบบเคลือบผิวตัวอย่าง 4 ชนิด เครื่องสามารถทำงานรวดเร็วกว่าคนและสะดวกในการทำงาน

3.3 ทดสอบประสิทธิภาพการกรอกดินในถาดเพาะได้ตามปริมาตรที่กำหนด

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน โดยการจับเวลาระหว่างการทำงานระหว่างคนกับเครื่องหยอดเพื่อเปรียบเทียบเวลา การวัดเปอร์เซ็นต์อัตราการหยอดและการงอกของพืชที่หยอดจากเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

3.3.1 ทดสอบกับเมล็ดพืชผักสวนครัว ผักสลัด ที่เป็นเมล็ดกลม 4 ชนิด ได้แก่ เมล็ดบัตเตอร์เฮด เรดโอ๊ค กรีนโอ๊ค เรดคอรัล

3.3.2 เครื่องสามารถกรอกดินในถาดเพาะขนาด 200 หลุม

3.3.3 ทดสอบประสิทธิภาพการวัดเปอร์เซ็นต์อัตราการหยอดและงอกของพืชที่หยอดจากเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

3.3.4 ทดสอบประสิทธิภาพการกรอกดินด้านความสามารถในการกรอกดินได้ตามปริมาตรที่กำหนด

3.3.5 การวัดระยะเวลาการทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักร

3.4 เก็บผลการทดสอบปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

เก็บผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามข้อทดสอบที่ตั้งไว้ ด้วยแบบประเมินประสิทธิภาพ

ตอนที่ 1. แบบรวบรวมข้อมูลทดสอบการทำงานของเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า ตามรายชื่อ

3.5 วิเคราะห์ข้อมูลสรุปผลจัดทำรูปเล่มรายงานวิจัย

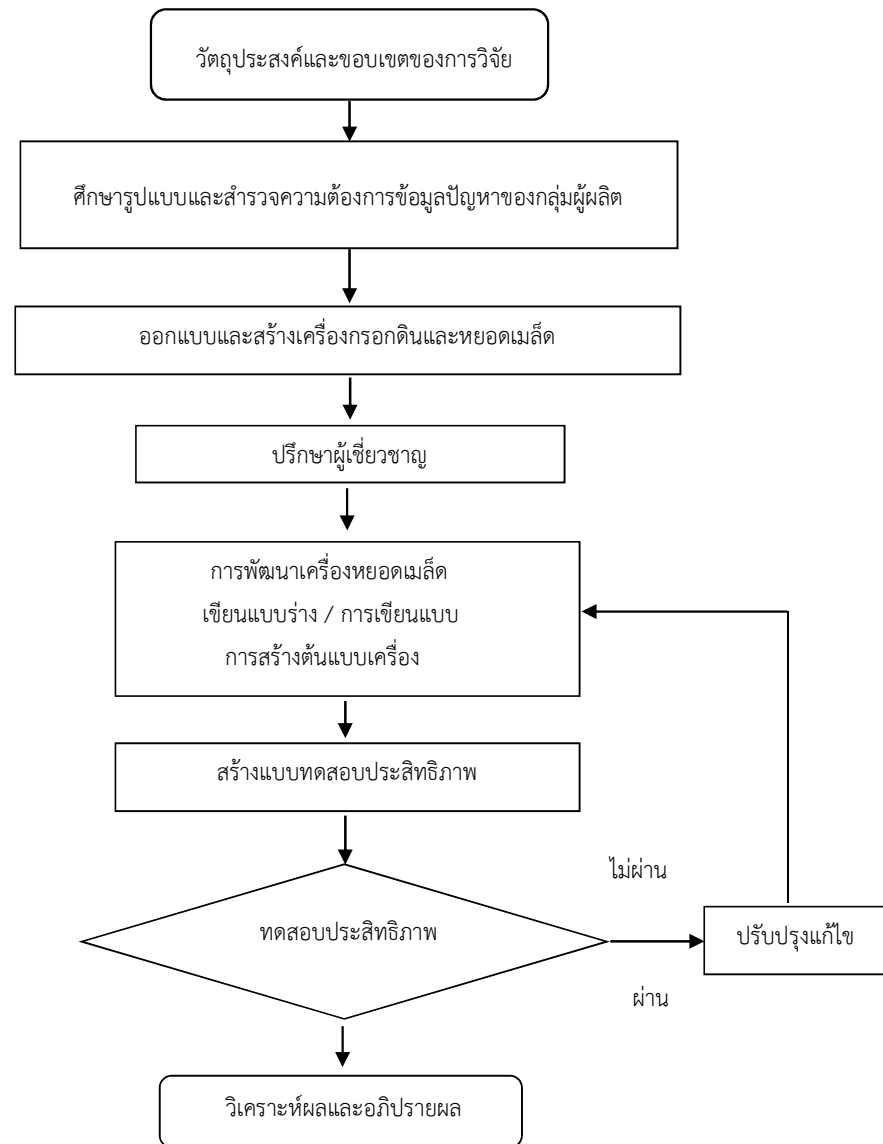
การวิเคราะห์ข้อมูลมีรูปแบบการใช้สถิติและการแปรผลสรุปผลข้อมูลแบ่งออกเป็นกลุ่มตามขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า กลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ แล้วนำมาแปรผลโดยการบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบประเมินประสิทธิภาพและการทำงานของเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า จากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์รวมทุกด้าน โดยเป็นการนำเสนอในรูปแบบของตาราง พร้อมคำบรรยายประกอบ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ขั้นตอนการออกแบบเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการออกแบบเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการออกแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบสำรวจความต้องการสำรวจความต้องการข้อมูลปัญหาของกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก

4.2 ออกแบบและสร้างเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

4.3 สรุปผลทดสอบประสิทธิภาพและเก็บผลการทดสอบปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องกรอกดินในถาดเพาะได้ตามปริมาณที่กำหนด

4.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบสำรวจความต้องการสำรวจความต้องการข้อมูลปัญหาของกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก ดังนี้

4.1.1 เรื่องปัญหาของกลุ่มผู้ผลิตพืชผักปลอดภัยห้วยสะแก

ส่วนมากคนในพื้นที่ มีอาชีพปลูกผักปลอดสารเคมี มีการปลูกพืชผักหลายชนิด เช่น กะหล่ำปลี มะเขือ ถั่วฝักยาว พริกชี้หนู แตงกวา ผักสลัด ฯลฯ มีการเพาะเมล็ดพันธุ์พืชผักออร์แกนิกออกจำหน่าย มีการพัฒนาทุกด้านอย่างต่อเนื่อง ผ่านการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ SDGsPGS ประเภทการรับรองอินทรีย์ (Organic) จากสมาพันธ์เกษตรกรรมยั่งยืนแห่งประเทศไทย สามารถนำสินค้าส่งออกจำหน่ายไปยังตลาดชุมชน และห้างสรรพสินค้าสร้างรายได้ให้กับกลุ่มมากกว่า 200,000 บาท เนื่องจากส่งขายเป็นรายใหญ่ และรับผลิตต้นกล้า

ปัญหาของการผลิตต้นกล้าคือยังใช้แรงงานคนอยู่ซึ่งจะได้เนื่องานช้า ใช้เวลามาก ต้องระดมสมาชิกมาช่วยกันถ้าวันไหนสมาชิกไม่มาหรือน้อย ก็จะทำให้งานล่าช้า ทางกลุ่มจึงอยากได้เครื่องที่สามารถกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชผัก เพื่อลดแรงงานคนและเวลา

ผู้วิจัยได้วางแนวทางแก้ปัญหาของกลุ่มดังนี้ ออกแบบเครื่องกรอกดินในถาดเพาะกล้า ให้ตอบสนองการทำงานครบกระบวนการของขั้นตอนการใช้งาน โดยเครื่องสามารถกรอกดินในถาดเพาะกล้า 200 หลุมและได้ปริมาตรดินตามที่กำหนด สามารถกดดิน และหยอดเมล็ดพันธุ์พืชชนิดกลมในถาดเพาะกล้าขนาดถาด 200 หลุม เปอร์เซ็นต์เมล็ดพันธุ์พืชที่ลงหลุมได้ทุกหลุม และเครื่องทำงานเร็วกว่าแรงงานคน

4.2 ออกแบบและสร้างเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

สรุปผลจากการเก็บข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ ขอบเขตการออกแบบดังนี้ ออกแบบและสร้างเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้าถาดขนาด 200 หลุม สำหรับเมล็ดพืชผักสวนครัว ผักสลัดที่เป็นเมล็ดกลม ผักตัวอย่าง 4 ชนิด เครื่องสามารถทำงานรวดเร็วกว่าคนและสะดวกในการทำงาน

4.2.1 ออกแบบเครื่องตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ และพัฒนารูปแบบเครื่องให้เหมาะกับการใช้งาน ออกแบบและเขียนแบบร่าง

4.2.2 เขียนแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

4.2.3 ผลิตต้นแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า



ด้านหน้า



ด้านขวา



ด้านซ้าย



ด้านหลัง

ภาพที่ 4.1 ภาพเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

4.3 สรุปผลทดสอบประสิทธิภาพและเก็บผลการทดสอบปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องกรอกดินในถาดเพาะได้ตามปริมาณที่กำหนด

ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน การกรอกดินในถาดเพาะได้ตามปริมาณที่กำหนด ประสิทธิภาพการทำงานในการจับระยะเวลาระหว่างการทำงานระหว่างคนกับเครื่องหยุดเพื่อเปรียบเทียบเวลา การวัดเปอร์เซ็นต์อัตราการหยุดและการงอกของพืชที่หยุดจากเครื่องกรอกดิน และหยุดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า ผู้วิจัยได้กำหนดเป็นข้อๆ ดังนี้

4.3.1 ทดสอบกับเมล็ดพืชผักสวนครัว ผักสลัดเมล็ดตัวอย่างตามขอบเขตที่กำหนดไว้ เป็นเมล็ดกลม 4 ชนิด ได้แก่ เมล็ดบัตเตอร์เฮด เมล็ดเรดโอ๊ค เมล็ดกรีนโอ๊ค เมล็ดเรดคอรัล

สรุปผล 4.3.1 เมล็ดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ เป็นเมล็ดกลมผักสลัดแบบเคลือบ 4 ชนิด ได้แก่ เมล็ดบัตเตอร์เฮด เมล็ดเรดโอ๊ค เมล็ดกรีนโอ๊ค เมล็ดเรดคอรัล ขนาดเมล็ดประมาณ 1.5 มิลลิเมตร – 2.00 มิลลิเมตร เครื่องสามารถหยุดเมล็ดผักสลัดตัวอย่างได้ และสามารถหยุดเมล็ดที่มีขนาดใกล้เคียงกันที่ไม่ใช่เมล็ดผักสลัดตัวอย่างได้ เช่น เมล็ดผักชี เมล็ดผักปวยเล้งได้



ภาพที่ 4.2 เมล็ดผักสลัดตัวอย่าง ขนาดเมล็ด 1.5 มิลลิเมตร – 2.00 มิลลิเมตร

4.3.2 เครื่องสามารถรอกดินในถาดเพาะขนาด 200 หลุม

สรุปผล 4.3.2 ประสิทธิภาพการรอกดิน เครื่องสามารถรอกดินในถาดเพาะกล้าขนาด 200 หลุมได้ ได้ทั้งดินที่มีความชื้นเล็กน้อย และดินที่มีความร่วนซุย ดินลงถาดตามปริมาตรที่กำหนด



ภาพที่ 4.3 กรอกดินลงถาดเพาะกล้าขนาดถาด 200 หลุม



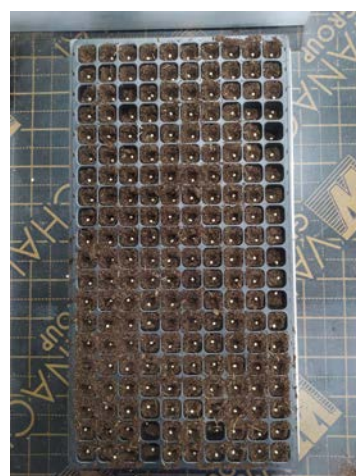
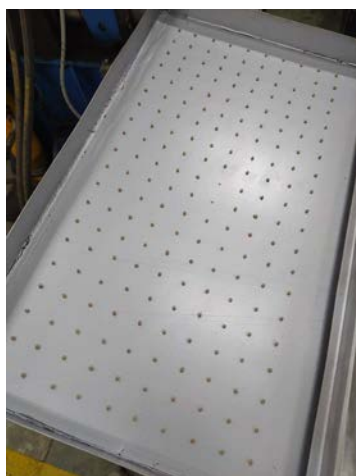
ภาพที่ 4.4 ถาดเพาะกล้าขนาดถาด 200 หลุมที่กรอกดินและกดดินแล้ว

4.3.3 ทดสอบประสิทธิภาพการวัดเปอร์เซ็นต์อัตราการหยอดและงอกของพืชที่หยอดจากเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

สรุปผล ประสิทธิภาพการหยอดเมล็ดพันธุ์พืชเมล็ดกลมฝักสลัดตัวอย่าง 4 ชนิด ขนาดเมล็ดประมาณ 1.5 mm. - 2 mm.

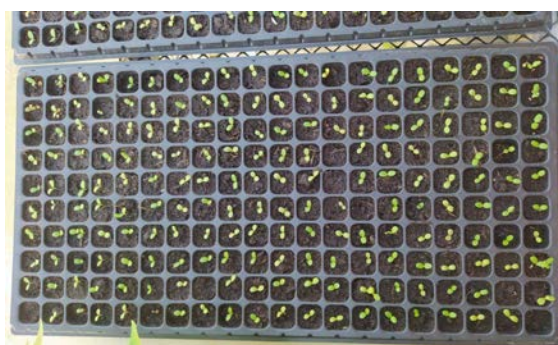
4.3.3.1 จากการทดสอบการหยอด 20 ครั้ง ในถาดขนาด 200 หลุม เมล็ดพันธุ์พืชลงถาดเพาะกล้า 1 เมล็ด ต่อ 1 หลุม เมล็ดพันธุ์พืชลงถาดร้อยละ 97 โดยใช้เวลา 1 ครั้ง ต่อ 1 ถาด เฉลี่ยประมาณ 30 วินาที

4.3.3.2 จากการทดสอบการหยอด 20 ครั้ง ในถาดขนาด 200 หลุม เมล็ดลงถาด 200 หลุม มากกว่า 1 เมล็ด ต่อ 1 หลุม วัดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ ร้อยละ 2



ภาพที่ 4.5 อัตราการหยอดจากเครื่อง

4.3.3.3 การงอกของพืชที่หยอดจากเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า อัตราการงอกปกติ 2-3 วัน ต้นกล้างอก 2 ใบ



ภาพที่ 4.6 การงอกของพืชที่หยอดจากเครื่อง

4.3.4 ทดสอบประสิทธิภาพการกรอกดินด้านความสามารถในการกรอกดินได้ตาม ปริมาตรที่กำหนด

สรุปผล ประสิทธิภาพการเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า สามารถกรอกดินที่มีความชื้นเล็กน้อย ใช้เวลาในการกรอกดินในถาดเพาะกล้า ทดสอบการกรอกดิน 20 ครั้ง เฉลี่ยใช้เวลาประมาณ 15 วินาที ต่อครั้ง การกวดดินสามารถกวดดินได้ตามที่กำหนด ทั้งความ ลึกและความตื้นตามกำลังกดของผู้ใช้งาน

4.3.5 การวัดระยะเวลาการทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักร

สรุปผล การทำงานของเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า ทำงาน ตั้งแต่เริ่มต้นจนครบกระบวนการ คือ 1.กรอกดิน 2.กวดดิน 3.หยอดเมล็ด เฉลี่ยใช้เวลาประมาณ 1.30 นาที ต่อ 1 ถาด เทียบกับแรงงานคน ใช้เวลาประมาณ 8.30 นาที ต่อ 1 ถาด เร็วกว่าแรงงานคน ประมาณ 5 เท่า

สรุปผลรวมการทดสอบประสิทธิภาพการกรอกดินในถาดเพาะได้ตามปริมาตรที่กำหนด ดังนี้

เครื่องสามารถกรอกดินในถาดเพาะกล้าขนาด 200 หลุมได้ เฉลี่ยใช้เวลากรอกดินประมาณ 15 วินาที ต่อ 1 ถาด ดินลงถาดตามปริมาตรที่กำหนด สามารถกวดดินได้ทั้งความลึกและความตื้น ตามกำลังกดของผู้ใช้งาน สามารถหยอดเมล็ดพันธุ์พืช ชนิดเมล็ดกลมขนาดเมล็ดประมาณ 1.5 มิลลิเมตร – 2.00 มิลลิเมตร ผักสลัดตัวอย่าง 4 ชนิด และสามารถหยอดเมล็ดที่มีขนาดใกล้เคียงกันที่ไม่ใช่เมล็ดผักสลัดตัวอย่างได้ เมล็ดพันธุ์พืชของถาดร้อยละ 97 ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 30 วินาที เมล็ดหลงหลุมมากกว่า 1 เมล็ด คิดเป็นร้อยละ 2 ต่อ 1 ถาด การทำงานของเครื่องกรอกดินและหยอด เมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า ทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนครบกระบวนการ ตั้งแต่กรอกดิน กวดดิน และหยอดเมล็ด เฉลี่ยใช้เวลาประมาณ 1.30 นาที ต่อ 1 ถาด เทียบกับแรงงานคน ใช้เวลาประมาณ 8.30 นาที ต่อ 1 ถาด เร็วกว่าแรงงานคนประมาณ 5 เท่า การรอกของพืชที่หยอดจากเครื่องหยอด เมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้าอัตราการงอกปกติ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยอภิปรายผล

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปและอภิปรายผล การออกแบบเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการสรุปและอภิปรายผลการศึกษา ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการออกแบบเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

ปัญหาของการผลิตต้นกล้าคือยังใช้แรงงานคนอยู่ซึ่งจะได้เนื้องานช้า ใช้เวลามาก ต้องระดมสมาชิกมาช่วยกันถ้าวันไหนสมาชิกไม่มาหรือมาน้อย ก็จะทำให้งานล่าช้า คนที่ไม่มีความชำนาญในการทำงานก็จะทำให้งานล่าช้า ทางกลุ่มจึงอยากได้เครื่องที่สามารถรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชผัก เพื่อลดแรงงานคนและเวลาและสะดวกกับการทำงาน

ผู้วิจัยได้วางแนวทางแก้ปัญหาของกลุ่มดังนี้ ออกแบบเครื่องรอกดินในถาดเพาะกล้า ให้ตอบสนองการทำงานครบกระบวนการของขั้นตอนการใช้งาน โดยเครื่องสามารถรอกดินในถาดเพาะกล้า 200 หลุมและได้ปริมาตรดินตามที่กำหนด สามารถกดดิน และหยอดเมล็ดพันธุ์พืชชนิดกลมในถาดเพาะกล้าขนาดถาด 200 หลุม เปอร์เซ็นต์เมล็ดพันธุ์พืชที่ลงหลุมได้ทุกหลุม และเครื่องทำงานเร็วกว่าแรงงานคน

สรุปแนวคิดในการออกแบบ จากการเก็บข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ ขอบเขตการออกแบบดังนี้ ออกแบบและสร้างเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า ถาดขนาด 200 หลุม สำหรับเมล็ดพืชผักสวนครัว ผักสลัดที่เป็นเมล็ดกลมแบบเคลือบผักตัวอย่าง 4 ชนิด และเมล็ดที่มีขนาดใกล้เคียงกันได้ เครื่องมีประสิทธิภาพในการทำงานและสามารถทำงานรวดเร็วกว่าคนและสะดวกในการทำงาน

5.1.2 ทดสอบกับเมล็ดพืชผักสวนครัว ผักสลัดเมล็ดตัวอย่างตามขอบเขตที่กำหนดไว้เป็นเมล็ดกลม 4 ชนิด ได้แก่ เมล็ดบัตเตอร์เฮด เมล็ดเรดโอ๊ค เมล็ดกรีนโอ๊ค เมล็ดเรดคอรัล

สรุปผล 5.1.2 เมล็ดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ เป็นเมล็ดกลมผักสลัดแบบเคลือบ 4 ชนิด ได้แก่ เมล็ดบัตเตอร์เฮด เมล็ดเรดโอ๊ค เมล็ดกรีนโอ๊ค เมล็ดเรดคอรัล ขนาดเมล็ดประมาณ 1.5 มิลลิเมตร – 2.00 มิลลิเมตร เครื่องสามารถหยอดเมล็ดผักสลัดตัวอย่างได้ และสามารถหยอดเมล็ดที่มีขนาดใกล้เคียงกันที่ไม่ใช่เมล็ดผักสลัดตัวอย่างได้ เช่น เมล็ดผักชี เมล็ดผักปวยเล้งได้

5.1.3 เครื่องสามารถรอกดินในถาดเพาะขนาด 200 หลุม

สรุปผล 5.1.3 ประสิทธิภาพการรอกดิน เครื่องสามารถรอกดินในถาดเพาะกล้าขนาด 200 หลุมได้ ได้ทั้งดินที่มีความชื้นเล็กน้อย และดินที่มีความร่วนซุย ดินลงถาดตามปริมาตรที่กำหนด

5.1.4 ทดสอบประสิทธิภาพการวัดเปอร์เซ็นต์อัตราการหยอดและงอกของพีชที่หยอดจากเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พีชสำหรับถาดเพาะกล้า

สรุปผล ประสิทธิภาพการหยอดเมล็ดพันธุ์พีชเมล็ดกลมฝักสลัดตัวอย่าง 4 ชนิด ขนาดเมล็ดประมาณ 1.5 mm. - 2 mm.

5.1.4.1 จากการทดสอบการหยอด 20 ครั้ง ในถาดขนาด 200 หลุม เมล็ดพันธุ์พีชลงถาดเพาะกล้า 1 เมล็ด ต่อ 1 หลุม เมล็ดพันธุ์พีชลงถาดร้อยละ 97 โดยใช้เวลา 1 ครั้ง ต่อ 1 ถาด เฉลี่ยประมาณ 30 วินาที

5.1.4.2 จากการทดสอบการหยอด 20 ครั้ง ในถาดขนาด 200 หลุม เมล็ดลงถาด 200 หลุม มากกว่า 1 เมล็ด ต่อ 1 หลุม วัดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ ร้อยละ 2

5.1.4.3 การงอกของพีชที่หยอดจากเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พีชสำหรับถาดเพาะกล้า อัตราการงอกปกติ 2-3 วัน ต้นกล้าออก 2 ใบ

5.1.5 ทดสอบประสิทธิภาพการรอกดินด้านความสามารถในการรอกดินได้ตามปริมาตรที่กำหนด

สรุปผล ประสิทธิภาพการเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พีชสำหรับถาดเพาะกล้า สามารถรอกดินที่มีความชื้นเล็กน้อย ใช้เวลาในการรอกดินในถาดเพาะกล้า ทดสอบการรอกดิน 20 ครั้ง เฉลี่ยใช้เวลาประมาณ 15 วินาที ต่อครั้ง การกวดดินสามารถกวดดินได้ตามที่กำหนด ทั้งความลึกและความตื้นตามกำลังกดของผู้ใช้งาน

5.1.6 การวัดระยะเวลาการทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักร

สรุปผล การทำงานของเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พีชสำหรับถาดเพาะกล้า ทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนครบกระบวนการ คือ 1.รอกดิน 2.กวดดิน 3.หยอดเมล็ด เฉลี่ยใช้เวลาประมาณ 1.30 นาที ต่อ 1 ถาด เทียบกับแรงงานคน ใช้เวลาประมาณ 8.30 นาที ต่อ 1 ถาด เร็วกว่าแรงงานคนประมาณ 5 เท่า

5.2 อภิปรายผล

เครื่องสามารถรอกดินในถาดเพาะกล้าขนาด 200 หลุมได้ เฉลี่ยใช้เวลาการรอกดินประมาณ 15 วินาที ต่อ 1 ถาด ดินลงถาดตามปริมาตรที่กำหนด สามารถกวดดินได้ทั้งความลึกและความตื้นตามกำลังกดของผู้ใช้งาน สามารถหยอดเมล็ดพันธุ์พีช ชนิดเมล็ดกลมขนาดเมล็ดประมาณ 1.5 มิลลิเมตร – 2.00 มิลลิเมตร ฝักสลัดตัวอย่าง 4 ชนิด และสามารถหยอดเมล็ดที่มีขนาดใกล้เคียงกันที่ไม่ใช่เมล็ดฝักสลัดตัวอย่างได้ เช่น เมล็ดฝักซี เมล็ดฝักปวยเล้ง เมล็ดพันธุ์พีชฝักตัวอย่างลงถาดร้อยละ 97 ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 30 วินาที เมล็ดลงหลุมมากกว่า 1 เมล็ด คิดเป็นร้อยละ 2 ต่อ 1 ถาด

การทำงานของเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า ทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนครบกระบวนการ ตั้งแต่กรอกดิน กดดิน และหยอดเมล็ด เฉลี่ยใช้เวลาประมาณ 1.30 นาที ต่อ 1 ถาด เทียบกับแรงงานคน ใช้เวลาประมาณ 8.30 นาที ต่อ 1 ถาด เร็วกว่าแรงงานคนประมาณ 5 เท่า การงอกของพืชที่หยอดจากเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้าอัตราการงอกปกติ

5.3 ข้อเสนอแนะ

เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า สรุปปัญหาที่พบในการทำวิจัย เครื่องสามารถกรอกดินลงในถาดเพาะกล้าได้ทุกขนาดหลุมแต่สามารถกดดินได้แค่ถาดขนาด 200 หลุมเท่านั้น เครื่องสามารถหยอดเมล็ดพันธุ์พืชชนิดเมล็ดกลมขนาดเมล็ดประมาณ 1.5 มิลลิเมตร – 2.00 มิลลิเมตร ได้เท่านั้น เครื่องสามารถพัฒนาให้กดดินได้มากกว่าถาดขนาด 200 หลุมได้ สามารถพัฒนาให้หยอดเมล็ดพันธุ์พืชที่มีรูปลักษณะที่แตกต่างจากเมล็ดกลุ่มตัวอย่างได้ และสามารถพัฒนาเป็นระบบอัตโนมัติได้

บรรณานุกรม

ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์. 2526. ระบบส่งกำลัง. กรุงเทพฯ : สมสิริพริ้นท์ติ้ง.
ธีระยุทธ สุวรรณประทีป และคณะ. 2539. เทคนิคกลไก. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. 2540. **พลาสติก**. กรุงเทพฯ: สัมพันธ์พาณิชย์.

วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2546. **การออกแบบเครื่องจักรกล**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด
ยูเคชั่น.

ศิริพรรณ ปีเตอร์. 2549. **มนุษย์และการออกแบบ**. กรุงเทพฯ : วินเซิร์ฟเลเบล.

สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย.เหล็กกล้า. [on-line]. Available from
<http://www.spyderco.com/> 30 October 2022

สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ. 2540. **ออกแบบอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : เอกสารการพิมพ์คณะครุ
ศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สาคร คันทโชติ. 2528. **กรรมวิธีการผลิต**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สุทธิ ศรีบุรพา. 2540. **เออร์กอนอมิกส์:วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

หลักการพื้นฐานของสุญญากาศไทย. [on-line]. Available from www.atlascopco.com. 20
January 2022

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบประเมิน

เครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

แบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

ตอนที่ 1. แบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า เก็บข้อมูล นำผลที่ได้มาแปลผลและบรรยายผล

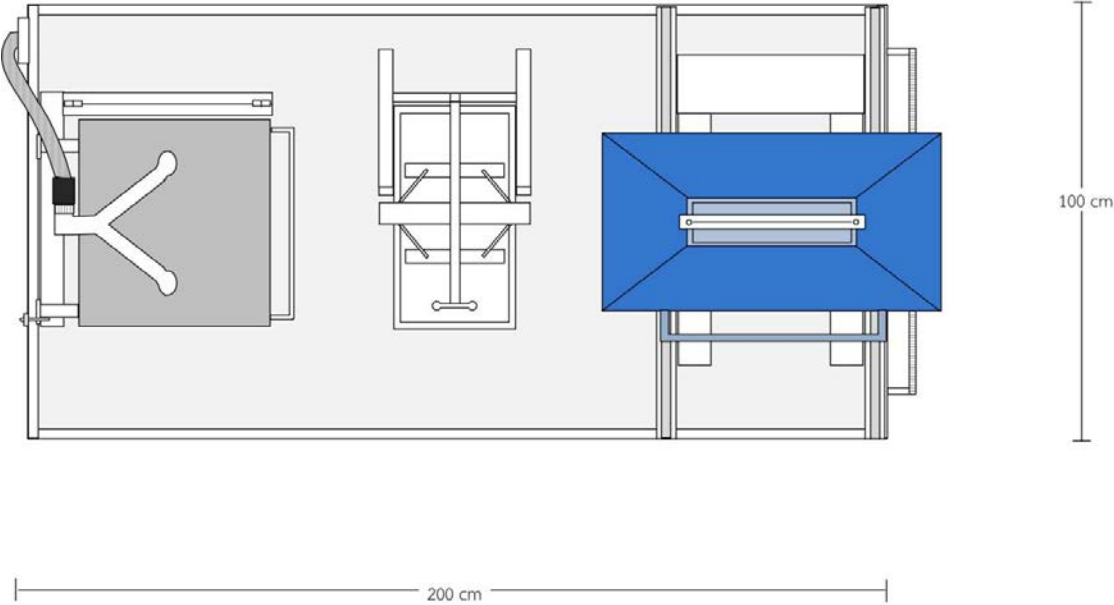
ครั้งที่ (n)=20	เวลาที่ใช้ในการ กรอกดิน 1 ครั้ง (วินาที)	เวลาที่ใช้ในการ หยอดเมล็ดพืช (วินาที)	เมล็ดลงถาด (200 เมล็ด) ร้อยละ	เมล็ดลงมากกว่า 1 เมล็ด (ต่อหลุม) ร้อยละ
1	15	32	192	2
2	15	35	193	4
3	16	39	191	1
4	17	35	194	2
5	15	32	193	-
6	15	30	196	5
7	15	22	197	-
8	16	20	193	-
9	15	23	194	1
10	15	22	195	2
11	16	32	191	-
12	15	38	193	2
13	16	32	192	-
14	17	24	194	3
15	15	35	193	-
16	15	33	196	2
17	15	32	196	-
18	16	25	198	3
19	15	30	196	4

20	15	30	197	2
รวม	309	601	194	33
แปลผล	15 วินาที	30 วินาที	97	2

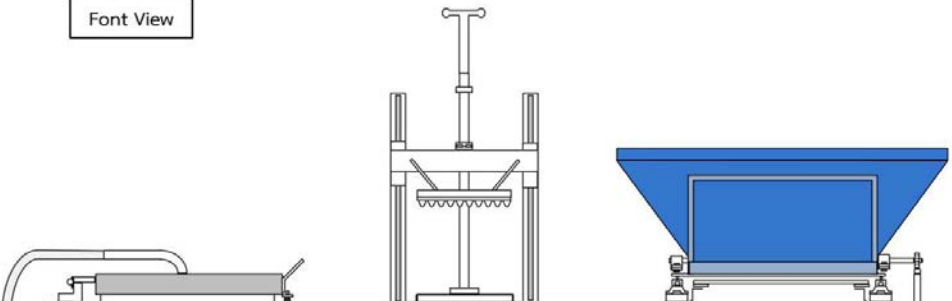
ภาคผนวก ข

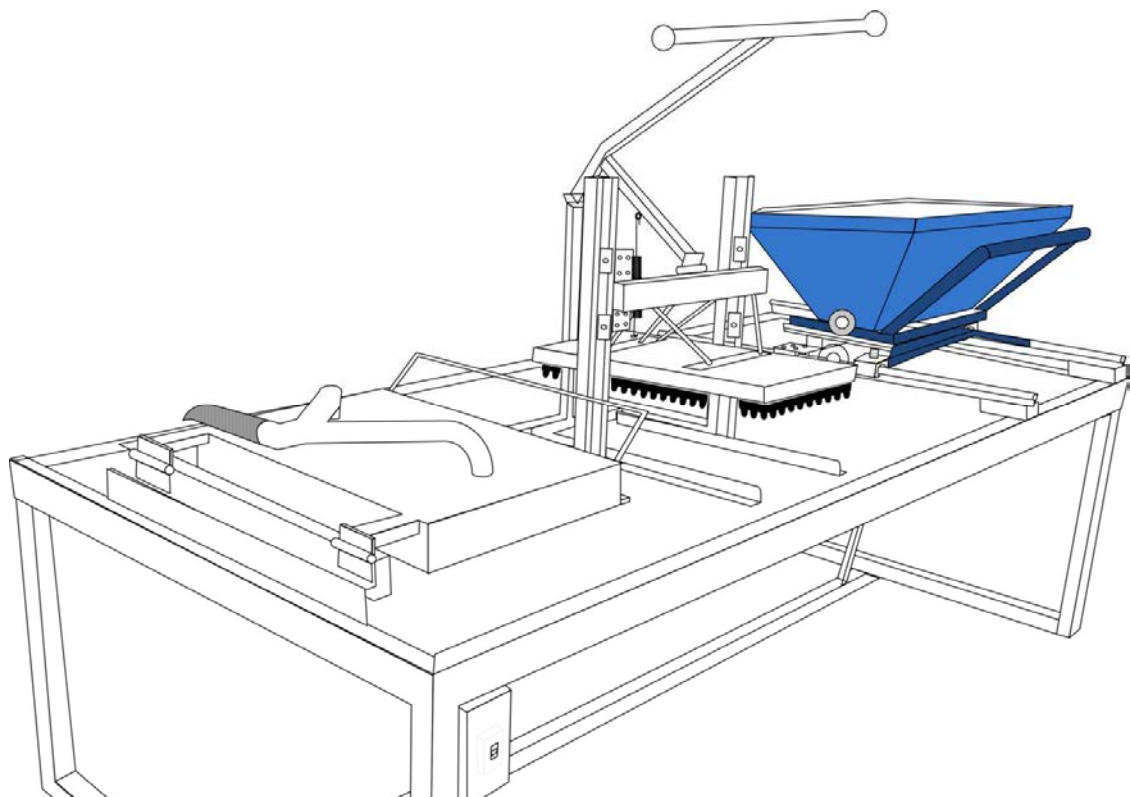
เขียนแบบเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับ
ถาดเพาะกล้า

Top View



Font View





ISOMETRIC

ภาคผนวก ค

ภาพเครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับ
ถาดเพาะกล้า

เครื่องรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

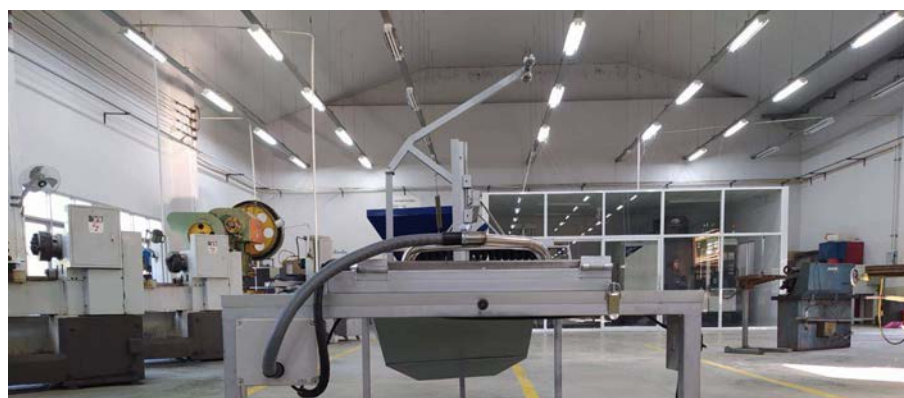


ด้านหน้า



ด้านหลัง

เครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า

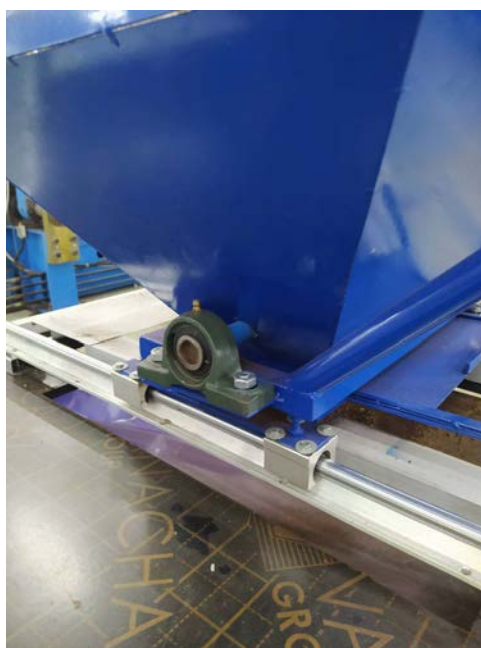
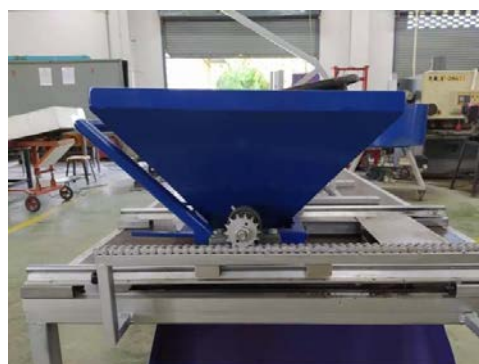


ด้านซ้าย



ด้านขวา

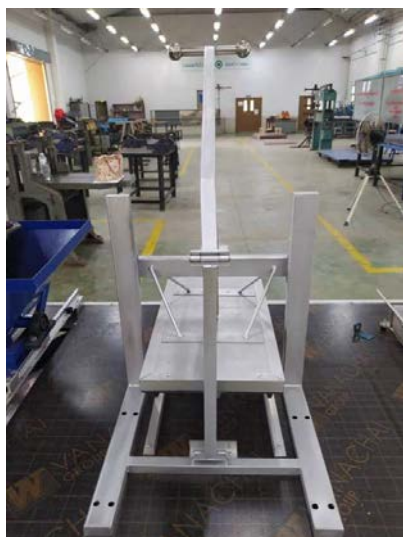
ส่วนของเครื่องกรอกดิน



ส่วนของเครื่องหยอดเมล็ดพืช



ส่วนของเครื่องกดดิน





เครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับถาดเพาะกล้า





ภาคผนวก ง

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางน้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Namphueng Poonwiwat
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน
3. ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. สังกัด สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ Tel. 0-5671-100 ต่อ 1607 Mobile 0-8827-30079 ,
0-8647-54302 Email: namphuengp@gmail.com

5. วุฒิการศึกษา

ปี 2540 ศษ.บ.(ออกแบบผลิตภัณฑ์) ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (คลองหก)

ปี 2550 ค.อ.ม. (เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ -

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพใน
การทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการโครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย:

- การศึกษาประวัติและรูปแบบอุบาสถวัดในเขตตำบลในเมือง เขตตำบลสะเดียงและเขต
ตำบลวังชมพู จังหวัดเพชรบูรณ์. 2552

- เรื่องการออกแบบทดลองบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมจากต้นกล้วยสำหรับผลิตภัณฑ์สินค้า
OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ . 2557

- การออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่จากภูมิปัญญาท้องถิ่น เพชรบูรณ์สำหรับ
ผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ . 2558

- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก แนวคิด จากศิลปวัฒนธรรมเพชรบูรณ์ นวัตกรรมวัสดุ
เหลือทิ้ง จากการเกษตร โดยมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการท่องเที่ยวในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์. 2561

- การออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกประเภทของใช้และของตกแต่ง จากแนวคิด
ศิลปวัฒนธรรมเพชรบูรณ์ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยมีส่วนร่วมของชุมชน. 2561

- การออกแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับตลาดเพาะกล้า. 2566

- การพัฒนาเส้นใยจากสานกลุ่มกกและแฝก ผสมผสานภูมิปัญญาพื้นถิ่นสู่นวัตกรรมและ
เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์ประเภทของใช้และของตกแต่งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มมูลค่า
เชิงพาณิชย์ กระตุ้นเศรษฐกิจจังหวัดเพชรบูรณ์. 2568

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:

- ผู้ช่วยนักวิจัยเรื่องการออกแบบสร้างพัฒนาเครื่องจักรอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต
กระดาษจากต้น ช้าง และเปลือกข้าวโพด 2552

- การศึกษาประวัติและรูปแบบอุบาสถวัดในเขตตำบลในเมือง เขตตำบลสะเดียงและเขต
ตำบลวังชมพู จังหวัดเพชรบูรณ์. 2552

- เรื่องการออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมจากต้นกล้วยสำหรับผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์

- การออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่จากภูมิปัญญาท้องถิ่น เพชรบูรณ์สำหรับผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ . 2558

- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก แนวคิด จากศิลปวัฒนธรรมเพชรบูรณ์ นวัตกรรมวัสดุเหลือทิ้ง จากการเกษตร โดยมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการท่องเที่ยวในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์. 2561

- การออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกประเภทของใช้และของตกแต่ง จากแนวคิด ศิลปวัฒนธรรมเพชรบูรณ์ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยมีส่วนร่วมของชุมชน. 2561

- การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นในกาผลิตวัสดุประดับตกแต่งจากเศษเหลือในกระบวนการผลิตแมคคาเดเมีย. 2565

- การออกแบบและพัฒนาแผ่น particle board จากเศษวัสดุเหลือทิ้งของกระบวนการผลิตโกโก้. 2566

- การออกแบบเครื่องกรอกดินและหยอดเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับตลาดเพาะกล้า. 2566

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ

- ได้ผ่านการอบรม โครงการจริยธรรมในมนุษย์เครือข่ายภูมิภาค มหาวิทยาลัยนเรศวร

7.4 งานวิชาการ

น้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์1, นางสาวสิริภา ระวิพันธ์2, และนางสาวศิริธร รุ่งเรือง3. ออกแบบผลิตภัณฑ์ชุด

กระเป๋าสุขภาพสตรี จากผ้าเขียนเทียน บ้านเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์. การ

นำเสนอผลงานสร้างสรรค์ทางด้านศิลปกรรมระดับชาติ มหกรรมวัฒนธรรมท้องถิ่นร่วมสมัย

ครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ วันที่ 29-30 พฤศจิกายน 2566. ผ่านสื่อ

อิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์

ธรรมชาติ วันแต่ง1, สุวิมล เทียกทุม2, น้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์3, ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์4 การพัฒนาเครื่องขึ้น

รูปและแม่พิมพ์ สำหรับผลิตสินค้าของที่ระลึกจังหวัดเพชรบูรณ์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

การประชุมวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานวิจัยระดับนานาชาติและระดับชาติ ประจำปีการศึกษา

2562 “เศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียวสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน”

กรุงเทพมหานครมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย.

น้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์, มานะ อินพรมมี, ทิพา แก้วเสริม และขุนแผน ตุ่มทองคำ. (2561). การออกแบบ

ลวดลายผ้าบาติกเทคนิคผสม โดยใช้แนวคิดศิลปกรรมจังหวัดเพชรบูรณ์. การประชุมวิชาการ

ระดับชาติ ครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ วันที่ 8-9 มีนาคม 2561. ณ อิมพีเรียล ภูเก็ต

ฮิลล์ รีสอร์ท อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์. หน้า 126.

ขุนแผน ต้มทองคำ,น้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์, และนภาพร ต้มทองคำ. (2559). การพัฒนาวัสดุไม้ไผ่เพื่อใช้ใน
อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราช
ภัฏกาญจนบุรี ครั้งที่ 1 ณ.มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี. 27 พฤษภาคม 2559. หน้า 619-626.

ขุนแผน ต้มทองคำ, น้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์, และนภาพร ต้มทองคำ. (2559). การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์
เพื่อสิ่งแวดล้อมผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่น. การประชุม
วิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3 ณ. มหาวิทยาลัยราชภัฏ
กำแพงเพชร. 22 ธันวาคม 2559. หน้า 284-292.

1. ชื่อ – นามสกุล นางสาวสุวิมล เทียกทุม
Miss Suwimon Thaikthum
2. หมายเลขบัตรประชาชน
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. สังกัด สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11 ต.สะเตียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์
056-717164, 062-4951536 E-mail : mapheangvan@gmail.com
6. ประวัติการศึกษา วศ.ม. (วิศวกรรมอาหาร) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ กรรมวิธีการผลิต เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม วิศวกรรมอาหาร
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
 - 8.1 ผู้อำนวยการโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
สุวิมล เทียกทุม. (2565). การพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีสายการผลิตกระบอกไม้ไผ่พื้น
ถิ่นสำหรับเตรียมบรรจุสำหรับผู้ประกอบการข้าวหลามจังหวัดเพชรบูรณ์ เพชรบูรณ์ ได้รับทุนอุดหนุน
งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน) งบประมาณผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย
และนวัตกรรม (สทสว.) ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์ ประจำปี 2565 งบประมาณที่ได้รับ 533,500 บาท
 - 8.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
สุวิมล เทียกทุม ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2565). การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดกระบอกข้าว
หลามสำหรับกระบวนการผลิตข้าวหลามในจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัยด้าน
วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน) งบประมาณผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและ

นวัตกรรม (สกว.) ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์ งบประมาณที่ได้รับ 106,700 บาท

สุวิมล เทียกทุม และ ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2563). การพัฒนาชุดอุปกรณ์ขนถ่ายเพื่อลดของเสียใน
กระบวนการผลิต. ได้รับเงินทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2563 (การพัฒนาศักยภาพพืช
อาหารแบบบูรณาการในจังหวัดเพชรบูรณ์) งบประมาณที่ได้รับ 420,000 บาท

สุวิมล เทียกทุม และ หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเห็ดเสริมด้วยเมล็ด
มะขาม. ได้รับเงินทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2563 (การพัฒนาศักยภาพพืชอาหารแบบ
บูรณาการในจังหวัดเพชรบูรณ์) งบประมาณที่ได้รับ 400,000 บาท

สุวิมล เทียกทุม. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นใยขัดผิวจากกรรมะขามพันธุ์ศรีชมภู. ได้รับเงินทุน
งบประมาณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี ประจำปี 2562 (งบบูรณาการวิจัยและ
นวัตกรรม) งบประมาณที่ได้รับ 20,000 บาท

7.3 ผู้ร่วมโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ นิสิต องอาจ ชงชัย เครือผือ ประธาน เรียงลาด และสุวิมล เทียกทุม. (2564). การต่อ
ยอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์สู่การใช้
ประโยชน์จากแนวคิดเศรษฐกิจและการพัฒนาที่ยั่งยืน. ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริม
และสนับสนุนการวิจัย โครงการวิจัย ต่อยอด และขยายผลเชิงพัฒนาพื้นที่ที่เป็นโจทย์สำคัญหรือ
เป็นประเด็นการแก้ไขปัญหาในระดับจังหวัด/ภูมิภาค เพื่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานราก โดย
เครือข่ายวิจัยภูมิภาค จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2564
งบประมาณที่ได้รับ 500,000 บาท

7.4 งานวิจัยที่เผยแพร่ระดับชาติ หรือนานาชาติ

งานวิจัยเผยแพร่ระดับชาติ

งานวิจัยที่เผยแพร่ระดับนานาชาติ

7.5 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำ
การวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

สุวิมล เทียกทุม ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ และ ชงชัย เครือผือ. (2565). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีร่วมกับภูมิ
ปัญญาท้องถิ่นในการผลิตวัสดุประดับและตกแต่งจากเศษเหลือ ในกระบวนการผลิตแมคคาเด
เมีย. ประเภททุน : พัฒนาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณ
ร้อยละ 70

สุวิมล เทียกทุม ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ และ ชงชัย เครือผือ. (2565). การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยก
ขนาดกระบอกข้าวหลามสำหรับกระบวนการผลิตข้าวหลาม ในจังหวัดเพชรบูรณ์. ประเภททุน :
พัฒนาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ 70

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ นิสิต องอาจ ชงชัย เครือผือ ประธาน เรียงลาด และสุวิมล เทียกทุม. (2564). การต่อ

ยอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ สู่การใช้ประโยชน์จากแนวคิดเศรษฐกิจและการพัฒนาที่ยั่งยืน. ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย โครงการวิจัย ต่อยอด และขยายผลเชิงพัฒนาพื้นที่ที่เป็นโจทย์สำคัญหรือเป็นประเด็นการแก้ไขปัญหาในระดับจังหวัด/ภูมิภาค เพื่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานราก โดยเครือข่ายวิจัยภูมิภาค จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ 100

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายขุนแผน ตุ่มทองคำ
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน
3. ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. สังกัด สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ Tel. 0-5671-100 ต่อ 1607
5. วุฒิการศึกษา
 - ค.อ.ม. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 - วท.บ. ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏนครสวรรค์
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ -
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในงานด้านวิจัย
 - วิจัยเรื่องการออกแบบตราสัญลักษณ์บรรจุภัณฑ์ขนมจีนสุภาพหล่มเก่า 2549
 - วิจัยเรื่องการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของตกแต่งจากไม้มะขามเทศ จังหวัดเพชรบูรณ์ 2550
 - วิจัยเรื่องการออกแบบบรรจุภัณฑ์ไถ่อย่างข้าวเปลือก 2550
 - วิจัยเรื่องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารทอดสำหรับสินค้าผลิตภัณฑ์ชุมชนจังหวัดเพชรบูรณ์ 2551
 - วิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์งานหล่อหินทรายเพื่อลดต้นทุนในการผลิตและสร้างเอกลักษณ์ผลิตภัณฑ์สินค้าจังหวัดเพชรบูรณ์ 2552
 - วิจัยเรื่องวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษา น้ำตกธาราเอราวัณชุมชนบ้านตะแบะ 2554
 - วิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่น 2557
 - วิจัยเรื่องการพัฒนาสร้างนวัตกรรมวัสดุไม้ไผ่เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ 2558

- วิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนจากนวัตกรรมไม้ประกอบไม้ไผ่ภูมิปัญญาเพชรบุรีในอุตสาหกรรม OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ 2560
- วิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาแผ่นขึ้นไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากภูมิปัญญาฟากไม้ไผ่สู่ผลิตภัณฑ์ชุมชนจังหวัดเพชรบูรณ์ 2562