

## รายงานผลการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2556

- |                |                                                                                  |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1.แผนงานวิจัย  | วิจัยและพัฒนาพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง                 |
| 2.โครงการวิจัย | โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตน้อยหน้าคุณภาพในพื้นที่<br>จังหวัดนครราชสีมา |
| กิจกรรม        | การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตน้อยหน้าคุณภาพ                                   |

- |                           |                                                          |
|---------------------------|----------------------------------------------------------|
| 3.ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)  | ศึกษาวิธีการคัดแยกขนาดผลผลิตน้อยหน้าโดยใช้เครื่องทุ่นแรง |
| ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) | Study on Selective Method Sugar Apple Size By machine    |

#### 4. คณะผู้ดำเนินงาน

- |                |                            |                                             |
|----------------|----------------------------|---------------------------------------------|
| หัวหน้าโครงการ | นางสาวรัชดา ปรัชเจริญนิชัย | สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา |
| หัวหน้ากิจกรรม | นางสาวรัชดา ปรัชเจริญนิชัย | สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา |
| หัวหน้าการตลาด | นางสาวรัชดา ปรัชเจริญนิชัย | สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา |
|                | นายคุณวรรณ์ งามาตย์        | สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี      |
| ผู้ร่วมงาน     | นายณัฐสิทธิ์ อยู่เย็น      | สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม                    |
|                | นายไชยศิลป์ ภูจำเนียร      | สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี      |
|                | นางสาวสุรีย์พร ม้ากระโทก   | สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม                    |
|                |                            | สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา |
|                |                            | สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา |

## 5.บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการคัดแยกขนาดผลผลิตน้อยหน้าโดยใช้เครื่องพ่นแรง ปัจจุบันใช้แรงงานคนซึ่งมีปัญหาในการคัดขนาด มีความไม่สม่ำเสมอเนื่องจากใช้เกณฑ์ในการคัดแยกที่แตกต่างกันไปตามแต่บุคคล และยังไม่มีการพัฒนาเครื่องคัดขนาดสำหรับน้อยหน้าโดยเฉพาะ โดยใช้เกณฑ์น้ำหนักและ

รูปร่างผลประกอบรวมในการแบ่งเกรดและใช้แรงงานคนในการคัดขนาด ในการศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเครื่องมือที่สามารถคัดแยกผลน้อยหน้าโดยใช้น้ำหนักในการแบ่งเกรดเป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มีความเที่ยงตรง มีอัตราการคัดแยกที่ยอมรับได้และมีเครื่องมือทำให้เกิดความเสียหายกับผลน้อยหน้าต่ำ และเครื่องมือมีประสิทธิภาพและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเกษตรกร

เครื่องคัดขนาดน้อยหน้าต้นแบบใช้น้ำหนักในการแบ่งเกรดโดยอาศัยหลักคานสมดุลในการแบ่งแยกขนาดผล เครื่องมือมีลักษณะเป็นสายพานติดตั้งถาดรับผลบนสายพานและมีการหมุนเวียนโดยรอบ มีถาดรับผลน้อยหน้าที่วางป้อนโดยใช้แรงงานคน เครื่องมือมีสถานีชั่งน้ำหนัก 4 จุด สามารถแยกผลน้อยหน้าออกเป็น 5 ขนาด ผลน้อยหน้าที่คัดแยกแล้วจะกลิ้งออกจากถาดไปยังถาดรับผลด้านข้าง และใช้แรงงานคนในการหยิบผลน้อยหน้าที่คัดแยกเสร็จลงอุกรณ์บรรจุเพื่อจัดจำหน่ายต่อไป โดยที่ความถูกต้องแม่นยำของการคัดแยกที่ระดับ ความแม่นยำ 80 เปอร์เซ็นต์(%)ความสามารถของเครื่องมือสามารถคัดแยกได้ 1,846 ผล/ชั่วโมง ความเร็วในการคัดผล 0.51 ผล/วินาทีและมีความเสียหายเกิดจากการใช้เครื่องมือ 2 เปอร์เซ็นต์(%)

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ระบุว่า เมื่อใช้เครื่องมือ ปีละ 240 ชั่วโมง อัตราค่าจ้าง 0.75 บาท/กิโลกรัม จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 9,534.36 กก./ปี ระยะเวลาคืนทุน 0.75 ปี(10 เดือน)

**คำหลัก:** น้อยหน้า, สมบัติทางกายภาพ,การคัดขนาด ,เครื่องทุ่นแรง

## 6. คำนำ

น้อยหน้า (*Annona Squamosa* L.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจมีรสชาติที่หอมหวานเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค น้อยหน้ามีคุณค่าทางโภชนาการคือ มีน้ำร้อยละ 73.5 โปรตีน 23.9 ไขมัน 0.3 แคลเซียม 0.02 ฟอสฟอรัส 0.04 มีเหล็ก วิตามิน แคลโรทีน เล็กน้อย และมีพลังงาน 105 แคลอรี/10 กรัมเนื้อผล ถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรให้ความสนใจอย่างต่อเนื่อง พื้นที่ปลูกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆทั่วทุกภาคของประเทศไทย แหล่งปลูกน้อยหน้าที่สำคัญคือ จังหวัดนครราชสีมา ลพบุรี สระบุรี ชัยภูมิ เพชรบูรณ์ มหาสารคาม และร้อยเอ็ด โดยเฉพาะจังหวัดนครราชสีมาที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดรวมทั้งสิ้น 123,242 ไร่ ส่วนมากปลูกน้อยหน้ากลุ่มพันธุ์ฝ้ายและพันธุ์หนัง(กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2554) ผลผลิตส่วนใหญ่ใช้บริโภคในประเทศ มีปริมาณการส่งออกเพียง 37.2 ตัน มูลค่า 2.12 ล้านบาทไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา, บาร์เรน, อินโดนีเซีย, แคนาดา, จีน, ฝรั่งเศส, ญี่ปุ่น และสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร , 2556)

จะเห็นว่าปริมาณการส่งออกไม่มากนักเมื่อเทียบกับผลไม้ชนิดอื่นๆ เนื่องจากยังมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ปัญหาการแตกของผลเมื่อผลใกล้แก่จัด การสูญเสียในระหว่างการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว อายุหลังการเก็บเกี่ยวสั้น คือมีอายุประมาณ 2-7 วัน หลังการเก็บเกี่ยว (เรณู ขำเลิศ และ ยุวดี อ่วมสำเนียง, 2551). น้อยหน้าจะเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุ 2 ปี ให้ผลผลิตต่อเนื่อง 2-3 ปี ต้นจะเริ่มโทรมต้องตัดแต่งและบำรุงต้น จนอายุ 8-10 ปี ผลมีขนาดเล็กและรูปร่างไม่สวยงาม จึงต้องตัดทิ้งปลูกต้นใหม่แทน ระยะเวลาตั้งแต่ดอกบานถึงเก็บเกี่ยวผลประมาณ 4 เดือน (ปลายเดือนมิถุนายน-กันยายน) ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นน้อยหน้าที่ให้ผลผลิตเต็มที่ประมาณ 30-50 กิโลกรัม น้ำหนักผลน้อยหน้าอยู่ระหว่าง 3 - 10 ผล/กิโลกรัม

การคัดขนาดเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างหนึ่ง ในการยกระดับมาตรฐานผลผลิตสด ผลผลิตในแต่ละเกรด จะต้องมีความสม่ำเสมอในด้านของน้ำหนักและขนาด จึงจะทำให้ผู้บริโภคมองเห็นคุณภาพ และมีความมั่นใจต่อตัวสินค้า การคัดขนาดผลน้อยหน่าที่มีอยู่ในปัจจุบันจะใช้แรงงานคนซึ่งมีปัญหาในการคัดขนาดเช่นมักมีความไม่สม่ำเสมอเนื่องจากใช้เกณฑ์ในการคัดแยกที่แตกต่างกันไปตามแต่บุคคล ในประเทศไทยยังไม่มีการพัฒนาเครื่องคัดน้อยหน่าโดยเฉพาะ แต่ใช้เกณฑ์น้ำหนักและรูปร่างผลประกอบรวมในการแบ่งเกรด ในการศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเครื่องมือที่สามารถคัดแยกผลน้อยหน่าโดยใช้น้ำหนักในการแบ่งเกรด มีความเที่ยงตรง มีอัตราการคัดแยกที่ยอมรับได้ และสามารถประยุกต์ใช้เครื่องคัดขนาดกับผลไม้ชนิดอื่น ๆ ที่มีลักษณะรูปทรงผลใกล้เคียงกันได้

อุปกรณ์การคัดขนาด ที่มีใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิด

1.1 อุปกรณ์แบบใช้มือ เป็นอุปกรณ์ช่วยในการคัดขนาดด้วยสายตาคนงานมักใช้ความชำนาญในการคัดแยกผลิตผลออก

1.2 โต๊ะคัดขนาด (sizing table)

1.3 เครื่องคัดขนาด (sizing machine) เครื่องคัดขนาดส่วนใหญ่คัดแยกผลิตผลตามขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง บางอย่างอาจคัดตามความยาวหรือทั้ง 2 อย่างร่วมกัน

ก. เครื่องคัดขนาดแบบสายพานทึบ (belt sizer)

ข. แบบสายพานเจาะรู (Perforated conveyor sizer)

ค. แบบลูกกลิ้งเคลื่อนที่ (diverging roller sizer)

ง. เครื่องคัดขนาดโดยน้ำหนัก (weight sizer) ผลิตผลหลายอย่างมีรูปร่างต่างไปมากจากรูปทรงกลมหรือกึ่งทรงกลม เช่น หัวแครอท ผลมะม่วง ฯลฯ การคัดขนาดโดยอาศัยเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาว ผิดพลาดได้ยาว เครื่องคัดขนาดโดยน้ำหนักแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

- แบบเครื่องชั่งสปริง (spring loaded cup)

- แบบเครื่องชั่งด้วยไฟฟ้า เครื่องคัดขนาดแบบนี้ผลิตผลทุกชิ้นจะถูกชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง เมื่อรับข้อมูลมาแล้วคอมพิวเตอร์ทำการคำนวณและสั่งการให้อุปกรณ์ผลักดัน หรือเป่าผลิตผลด้วยลมให้ไหลไปอยู่รวมกันในขนาดต่างๆ

จ. เครื่องคัดขนาดโดยใช้ภาพเงา เครื่องคัดขนาดแบบนี้เป็นวิวัฒนาการล่าสุดของการคัดขนาด โดยอาศัยความก้าวหน้าของคอมพิวเตอร์ เมื่อรับข้อมูลมาแล้วคอมพิวเตอร์ทำการคำนวณและสั่งการให้อุปกรณ์ผลักดัน หรือเป่าผลิตผลด้วยให้ไหลไปอยู่รวมกันในขนาดต่างๆ



เครื่องคัดขนาดผลส้มแบบสายพานทึบ (belt sizer)

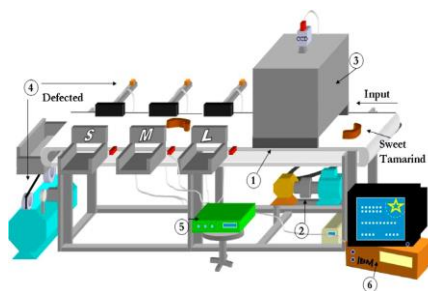


เครื่องคัดขนาดผลส้มแบบสายพานเจาะรู (Perforated conveyor sizer)



เครื่องคัดขนาดผลส้มแบบลูกกลิ้งเคลื่อนที่ (diverging roller sizer)

เครื่องคัดขนาดผลส้มโดยน้ำหนัก (weight sizer)แบบเครื่องชั่งสปริง (spring loaded cup)



เครื่องคัดขนาดผลไม้โดยน้ำหนัก (weight sizer) แบบเครื่องชั่งด้วยไฟฟ้า (Electric loadcell cup)

เครื่องคัดขนาดมะขามโดยใช้ภาพเงา(Journal of Food Engineering 89 ,2008 )

จากการสำรวจเบื้องต้นเพื่อรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องมือ พบว่า ยังไม่มีเครื่องคัดแยกขนาดน้อยหน้าโดยเฉพาะ อาศัยแรงงานคนในการคัดแยก (ภาพที่ 1)โดยในการคัดแยกด้วยผลน้อยหน้าด้วยแรงงานคนมีหลักการทั่วไปดังนี้

1. ขนาดรูปร่างของผลน้อยหน้า อาศัยความชำนาญในการจำแนกรูปร่างของผล และอาศัยเครื่องชั่งในการแบ่งแยกเกรด โดยเกรดของน้อยหน้าแสดงดังตารางที่ 1

2. รอยตำหนิ ที่ผลน้อยหน้า เช่น ร่องรอยความเสียหายจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต การทำลายของแมลงเป็นต้น

3. การคัดขนาดต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อให้ผลน้อยหน้าได้รับการกระทบกระเทือน เพราะจะ

ทำ

ให้



เปลือกผิวขรุขระ ผลผลิตตกเกรด

**ภาพที่ 1** การคัดแยกขนาดน้อยหน้าโดยการใช้แรงงานคน และการบรรจุจำหน่ายผลน้อยหน้าในท้องตลาด

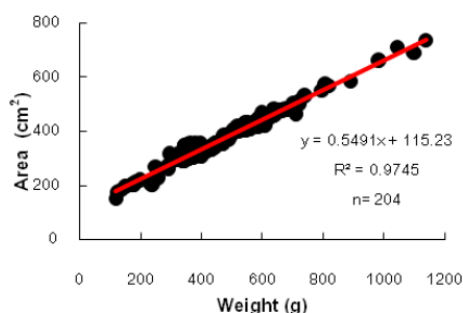
ตารางที่ 1 แสดงการแบ่งเกรดผลน้อยหน้าเพชรปากช่อง ในตลาดผลไม้ ณ จ.นครราชสีมา ปีการผลิต 2556

| ระดับเกรด | น้ำหนักผล(กรัม/ผล) | ราคาจำหน่าย(บาท/กิโลกรัม) | หมายเหตุ                  |
|-----------|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| ใหญ่      | 700-950            | 36                        |                           |
| กลาง      | 500-700            | 29                        |                           |
| เล็ก      | 400-500            | 23                        |                           |
| ก้อย      | 300-400            | 19                        |                           |
| จิ๋ว      | 300<               | 15                        |                           |
| ตำหนิ     | ทุกขนาด            | 15                        | ผิวเปลือกแตก มี<br>เปลือก |

และการศึกษาของ ชูติมา กาบแก้ว และคณะ (การศึกษาสมบัติทางกายภาพของผลน้อยหน้าเพื่อจัดทำมาตรฐาน  
สินค้าเกษตร, 2555)

(ภาพถ่ายเงาดำ)และ

ดังภาพที่ 2



ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิว

น้ำหนักของน้อยหน้าเพชรปากช่อง

## ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ภาพฉายเงาและน้ำหนักผลของน้อยหน้าเพชรปากช่อง

และการวิเคราะห์สัณฐานและความผิดปกติของ รูปร่าง โดยการประเมินรูปทรงโดยผู้ประเมินพบว่า กลุ่มพันธุ์เพชรปากช่องลักษณะรูปทรงน้อยหน้าที่มี ลักษณะเบี้ยวเล็กน้อยจะพบมากที่สุด รองลงมาคือ ลักษณะทรงเบี้ยวปานกลาง ในขณะที่ลักษณะทรง ปกติและเบี้ยวมากจะพบในส่วนน้อย กลุ่มพันธุ์ฝ้ายและหนัง พบว่าลักษณะรูปทรงน้อยหน้าที่มีลักษณะ เบี้ยวเล็กน้อยจะพบมากที่สุด รองลงมาคือลักษณะทรงเบี้ยวมากในขณะที่ทรงปกติจะพบรองลงมา ซึ่ง น้อยหน้ากลุ่มพันธุ์ฝ้ายและหนังจะพบทรงปกติ มากกว่ากลุ่มพันธุ์เพชรปากช่องเนื่องจากลักษณะผล ของกลุ่มพันธุ์ ฝ้ายและหนังมีลักษณะผลค่อนข้างกลม และมน

## 7.อุปกรณ์และวิธีการ

1.ตรวจทานเอกสาร ระบบการคัดแยกขนาดผลไม้ ด้วยวิธีการต่างๆ

2.ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดของน้อยหน้า

3.ทำการทดสอบเครื่องคัดขนาดของน้อยหน้าต้นแบบโดยศึกษาค่าชี้ผลของเครื่องดังนี้

- ความสามารถในการทำงานของเครื่องมือ คือ ความถูกต้องแม่นยำในการคัดแยก อัตราเร็วในการทำงาน
- คุณภาพของน้อยหน้าก่อนและหลังการคัดแยกด้วยเครื่องมือ

8.ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2555 สิ้นสุด กันยายน 2556

9.สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ,แปลงเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา

## 10.ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องมือขึ้นโดย เครื่องคัดขนาดที่สร้างขึ้นจะอาศัยการคัดแยกตาม น้ำหนักเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานน้อยหน้า เครื่องมือที่สร้างขึ้นอาศัยแรงกลในการควบคุมโดยใช้ตุ้มน้ำหนัก ในการกำหนดช่วงของน้ำหนักในการคัดแยกขนาด ดังแสดงในภาพที่3

คุณสมบัติของเครื่องคัดแยกขนาดผลผลิตน้อยหน้าที่สร้างขึ้นมีดังนี้

- 1.สามารถควบคุมความเร็วในการคัดแยกได้ (โดยการควบคุมความเร็วของโซ่ลำเลียงถาดรองรับผลน้อยหน้า)
- 2.การป้อนผลน้อยหน้าด้วยแรงงานคน มีถาดรับผลน้อยหน้า 12 ถาด
- 3.เครื่องสามารถแยกผลน้อยหน้าได้ 5 ขนาด โดยการปรับตั้งตัมน้ำหนักมาตรฐาน



ภาพที่ 3 เครื่องต้นแบบเครื่องคัดแยกขนาดผลผลิตน้อยหน้าโดยใช้น้ำหนัก

**หลักการทำงานของเครื่องมือ** เครื่องคัดแยกขนาดผลผลิตน้อยหน้าโดยใช้น้ำหนัก จะมีสถานีชั่งน้ำหนัก อยู่ติดตั้งกับที่ น้อยหน้าที่ต้องการคัดขนาดจะถูกป้อนในถาดด้วยแรงงานคน เมื่อถาดเคลื่อนที่มาถึงสถานีชั่งน้ำหนัก จะเกิดการชั่งน้ำหนักเปรียบเทียบกับระบบคานดีด-คานผลัก ถาดผลไม้มันจะเปรียบเทียบกับน้ำหนักกับน้ำหนักมาตรฐานในสถานี ถ้าน้อยหน้าหนักน้อยกว่า ถาดน้อยหน้ายังไม่กระดกและเคลื่อนที่ไปตามรางยังสถานีชั่ง อันต่อไป แต่ถ้าถาดและผลน้อยหน้ามีน้ำหนักมากกว่า ถาดและผลน้อยหน้าจะกระดกทำให้ผลน้อยหน้ากลิ้งลงสู่รางรับ (ภาพที่ 4) เมื่อสิ้นสุดขบวนการถาดจะกระดกกลับคืนสู่แนวราบและหมุนเวียนเพื่อรอรับการป้อนผลน้อยหน้าต่อไป เครื่องมือต้นแบบใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนชุดสายพานลำเลียงและมีอุปกรณ์ปรับรอบการหมุนมอเตอร์(Inverter) ควบคุมความเร็วสายพานลำเลียง(ภาพที่ 5)เพื่อศึกษาความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการคัดแยกขนาด



**ภาพที่ 4** แสดงตู้มน้ำหนักสถานีชั่งน้ำหนักเครื่องคัดแยกขนาดผลผลิตน้อยหน้า และแสดงสถานีชั่งน้ำหนัก



**ภาพที่ 5** แสดงชุดควบคุมความเร็วในการคัดแยก และมอเตอร์ต้นกำลัง

ดำเนินการทดสอบเครื่องคัดแยกขนาดผลผลิตน้อยหน้าโดยใช้น้ำหนักต้นแบบที่สร้างขึ้น กับผลน้อยหน้า เพื่อหาค่าความผิดพลาดการคัด สมรรถนะการคัด และประสิทธิภาพการคัดขนาด และผลกระทบ(ความเสียหาย หรือ บอบช้ำ)จากเครื่องมือ



ภาพที่ 6 การปรับตั้งสถานีซึ่งน้ำหนักเครื่องคัดแยกขนาดผลผลิตน้อยหน้าตามน้ำหนักมาตรฐาน



ภาพที่ 7 การบันทึกข้อมูลน้ำหนักผลผลิตน้อยหน้าเพื่อทำการทดสอบเครื่องคัดแยกขนาดผลผลิตน้อยหน้าตามน้ำหนักมาตรฐาน



ภาพที่ 8 การทดสอบเครื่องคัดแยกขนาดผลผลิตน้อยหน้าโดยน้ำหนัก(ซ้าย)และผลผลิตน้อยหน้าจากการคัดแยกโดยเครื่องคัดแยกขนาดผลผลิตน้อยหน้าโดยน้ำหนัก(ขวา)

### 3. การทดสอบ

### 3.1 การปรับตั้งเครื่องคัดแยกขนาดผลผลิตน้อยหน้าก่อนทดสอบ

ขั้นตอนนี้เป็น การปรับตั้งเครื่องคัดแยกขนาดผลผลิตน้อยหน้าก่อนทำการทดสอบกับผลผลิตจริง โดยการปรับระยะของน้ำหนักตุ้มถ่วงที่คานสมดุล โดยใช้ตุ้มน้ำหนักเทียบเท่าผลน้อยหน้า ตามเกณฑ์มาตรฐานสินค้าเกษตร คือ 450,350,250,200 กรัม เพื่อเป็นเกณฑ์ในการคัดแยกของเครื่องโดยทำการติดตั้งดังนี้

ช่องที่1 ติดตั้งน้ำหนัก 450 กรัม สำหรับการคัดแยกผลน้อยหน้าขนาด น้ำหนัก > 450 กรัม

ช่องที่2 ติดตั้งน้ำหนัก 350 กรัม สำหรับการคัดแยกผลน้อยหน้าขนาด น้ำหนัก 350-450 กรัม

ช่องที่3 ติดตั้งน้ำหนัก 250 กรัม สำหรับการคัดแยกผลน้อยหน้าขนาด น้ำหนัก 250-350 กรัม

ช่องที่4 ติดตั้งน้ำหนัก 200 กรัม สำหรับการคัดแยกผลน้อยหน้าขนาด น้ำหนัก 200-250 กรัม

ช่องที่5 การคัดแยกผลน้อยหน้าขนาด น้ำหนัก <200 กรัม

ปรับตั้งระยะตุ้ม โดยการวางน้ำหนักมาตรฐานดังกล่าวข้างต้นบนถาดและหมุนตุ้มน้ำหนักให้พอดีถาดเริ่มกระดก เมื่อปรับตั้งระยะตุ้มน้ำหนักครบทั้ง 4 สถานีแล้วทำการทดสอบโดยใช้หน้าจำลอง(มีน้ำหนักผลแตกต่างกัน)ให้ผลการคัดแยกสามารถคัดแยกน้อยหน้าจำลองไปยังช่องรับที่ถูกต้อง และทดสอบที่ความเร็วรอบเครื่องมือ 3ระดับดูผลการคัดแยกให้คัดแยกน้อยหน้าจำลองไปยังช่องรับที่ถูกต้อง

#### วิธีการทดสอบ

1. เลือกผลน้อยหน้าที่ซื้อมาจากเกษตรกรที่เก็บใหม่ ๆ จากสวนและไม่มีตำหนิ
2. ชั่งน้ำหนักผลน้อยหน้าและทำหมายเลขกำกับแต่ละผล โดยเรียงลำดับตั้งแต่ 1 ขึ้นไปจนถึงผลสุดท้ายและด้วยตาชั่งแบบดิจิตอล(น้ำหนักสูงสุด 1kg. ความละเอียด 0.5 g.) บันทึกค่าน้ำหนักไว้
3. เดินเครื่องคัดขนาดด้วยความเร็วมอเตอร์ 72.5 รอบ/นาที
4. เดินเครื่องคัดขนาดด้วยความเร็วมอเตอร์ 72.5 รอบ/นาที ด้วยถาดเปล่าเป็นเวลา 5 นาที
5. จับเวลาเริ่มทำการทดสอบ
6. สุ่มหยิบมาจำนวน 5 ผล(ผลน้อยหน้าเปรียบเทียบ-ก่อนการทดสอบ)บันทึกข้อมูลหมายเลขผลน้อยหน้า
7. สุ่มหยิบมาจำนวน 100 ผลป้อนผลน้อยหน้าไปยังถาดป้อนเข้าสู่เครื่องคัดอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง
8. จับเวลาสิ้นสุดการทดสอบ
9. เก็บผลน้อยหน้าที่ได้จากการคัดแยกด้วยเครื่องมือออกเป็นเบอร์ต่างๆ ทำการบันทึกข้อมูลเบอร์และหมายเลขผลน้อยหน้า
10. สุ่มหยิบมาจำนวน 5 ผล(ผลน้อยหน้าเปรียบเทียบ-หลังจากผ่านการคัดแยกด้วยเครื่อง)บันทึกข้อมูลหมายเลขผลน้อยหน้า
11. นำผลน้อยหน้าที่สุ่มหยิบมา นำใส่ภาชนะรองรับเช่นถาด และแยกเก็บไว้เพื่อศึกษาดูความเสียหายหรือบอบช้ำจากเครื่องมือคัด เปรียบเทียบกับผลน้อยหน้าที่ไม่ผ่านเครื่องมือ
12. ทำการทดสอบซ้ำโดยการปรับเปลี่ยนความเร็วในการทดสอบเป็น 108.75 รอบ/นาทีและ 145 รอบ/นาที

### 3.2 การทดสอบ

โดยในการทำการทดสอบมีผลน้อยหน้าเบอร์ เล็ก จำนวน 104 ผล,ก้อยจำนวน 160 ผล,กลาง จำนวน 148 ผลน้อยหน้าที่ใช้ทดสอบรวมทั้งสิ้น 412 ผลการชั่งน้ำหนักผลน้อยหน้าและการแสดงเกรดน้ำหนักตามมาตรฐานสินค้าการเกษตร แสดงดังตารางที่ 2 ผลการคัดแยกน้อยหน้าด้วยเครื่องมือต้นแบบ แสดงดังตารางที่

|                                                          |                                               |                                        | 3     |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|-------|
| ความเร็วของเครื่องมือในการ<br>คัดแยก(ความเร็วรอบมอเตอร์) | ความถูกต้องแม่นยำการคัดขนาด<br>(เปอร์เซ็นต์%) | ความสามารถในการคัด<br>ขนาด(ผล/ชั่วโมง) | จ     |
| 72.5                                                     | 84                                            | 900                                    | ก     |
| 108.75                                                   | 80                                            | 1,846                                  | ก ร   |
| 145                                                      | 77                                            | 2,384                                  | ท ด ส |
|                                                          |                                               |                                        | อ บ   |

พบว่าเครื่องมือสามารถทำงานได้ดี โดยเครื่องมือต้นแบบมีข้อจำกัดในการใช้งานคือผลน้อยหน้าต้องมีรูปร่างค่อนข้างเป็นทรงกลมเพื่อให้ผลน้อยหน้ากลิ้งจากถาดได้ในขั้นตอนการคัดแยก เครื่องมีค่าชี้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** แสดงผลการทดสอบเครื่องมือต้นแบบเครื่องคัดขนาดผลน้อยหน้าโดยน้ำหนัก

การเปรียบเทียบระหว่าง ผลน้อยหน้าที่ผ่านการคัดแยกด้วยเครื่องมือ กับผลน้อยหน้าตัวอย่างที่สุ่มหยิบโดยไม่ผ่านการคัดด้วยเครื่อง (Baseline Sample) ความบอบซ้ำของผลน้อยหน้า(จำนวนการเกิดรอยตำเน็องจากการซ้ำที่ผิว)ไม่มีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4

## 11.สรุป

เครื่องคัดขนาดผลน้อยหน้าด้วยน้ำหนักต้นแบบสามารถคัดแยกขนาดผลน้อยหน้าได้และสามารถนำไปใช้ในขบวนการคัดขนาดน้อยหน้าได้ ซึ่งจะเป็นการยกระดับมาตรฐานผลผลิตสด ทำให้ผลผลิตในแต่ละ

เกรดมีความสม่ำเสมอในด้านของน้ำหนักและขนาดทำให้ผู้บริโภคมองเห็นคุณภาพ และมีความมั่นใจต่อตัวสินค้า และลดปัญหาที่เกิดจากใช้แรงงานคนในการคัดขนาด

## 12.การนำไปใช้ประโยชน์

เพื่อใช้ทดแทนกรรมวิธีเดิมของเกษตรกร และมีการเผยแพร่ต้นแบบให้กับโรงงานในท้องถิ่นทำการผลิตและจำหน่าย และมีการส่งเสริมให้มีการใช้เครื่องคัดขนาดน้อยหน้าในการคัดเกรดเพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิตน้อยหน้า ลดความเสียหายของน้อยหน้า และลดภาระของแรงงานในการคัดขนาดน้อยหน้าซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายลง

ตารางที่ 4 ภาพแสดงผลการทดสอบความเสียหายจากเครื่องมือต้นแบบเครื่องคัดขนาดผลน้อยหน่าโดย  
น้ำหนัก

| วันที่  | ไม่ผ่านเครื่องมือ<br>(Baseline<br>Sample)                                           | ความเร็วของเครื่องมือ<br>( 5 %)                                                     | ความเร็วของเครื่องมือ<br>( 7.5 %)                                                    | ความเร็วของเครื่องมือ<br>( 10 %)                                                      |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| วันที่1 |   |   |   |   |
| วันที่2 |  |  |  |  |

|         |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| วันที่3 |  |  |  |  |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

### เอกสารอ้างอิง

Jarimopas, B., Nitasworakul, T., Lertchirapan, A., 1999. Evaluation of sizing quality of Thai madarin fruits. Thai Agricultural Research Journal 17 (3), 276–283.

เอกสารประกอบการสัมมนาการระดมความคิดเห็นต่อการร่างมาตรฐานสินค้าการเกษตรเรื่องน้อยหน่า  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, มิถุนายน 2555.

ชุติมา กาบแก้ว และคณะ. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่13 ,  
การศึกษาสมบัติทางกายภาพของผลน้อยหน่าเพื่อการจัดทำมาตรฐานสินค้าเกษตร, หน้า 539-546. 2555

เรณู ขำเลิศ และ ยุวดี อ่วมสำเนียง. (2551). การยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของผลน้อยหน่าพันธุ์ฝ้ายและ  
หนัง: รายงานการวิจัย ,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2556), [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.oae.go.th> เข้าดูเมื่อวันที่  
12/09/2556

กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์(2556), [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.doae.go.th>  
เข้าดูเมื่อวันที่ 12/09/2556

## ภาคผนวก

### การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การประเมินต้นทุนเทียบกับผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุนในการประเมินค่าใช้จ่ายของการสร้างเครื่องและการคัดขนาดผลน้อยหน้าเป็นดังนี้ (คิดเฉพาะราคาที่จัดซื้อหรือสร้าง ไม่คิดค่าที่ดินโรงเรือน ค่าประกันโรงเรือน และอื่นๆ)

#### 1 ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น (First cost)

ต้นทุนเริ่มแรกคือค่าใช้จ่ายสำหรับลงทุนเริ่มต้น เช่น เครื่องจักร ที่ดิน เป็นต้น

#### 2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operating cost)

ต้นทุนในการดำเนินการคือค่าใช้จ่ายที่ต้องเตรียมไว้เพื่อดำเนินการกับทรัพย์สินที่ต้องลงทุนไปเพื่อให้เกิดผลผลิต แบ่งเป็น

2.1 ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น (Fixed Cost) คือค่าใช้จ่ายที่คงที่ไม่แปรไปตามปริมาณการผลิตเช่น ค่าเสื่อมราคา ค่าเสียโอกาสของทุนในเครื่องคัดขนาดผลมั่งคุด

2.2 ค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost) คือค่าใช้จ่ายที่แปรไปตามปริมาณการผลิตเช่น ค่าไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะแปรเปลี่ยนตามปริมาณผลน้อยหน้าที่น่ามาคัดขนาด

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการคัดขนาดผลมั่งคุด หาได้จาก

$$AC = FC + VC \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ

AC = ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการคัดขนาดผลน้อยหน้าต่อปี (บาทต่อปี)

FC = ค่าเสื่อมราคาของเครื่องคัดขนาดผลน้อยหน้า(D) + ค่าเสียโอกาสในการลงทุน(R)

VC = ค่าจ้างแรงงาน (W) + ค่าไฟฟ้า (E) + ค่าบำรุงรักษา (M)

ค่าเสื่อมราคา (คิดวิธีเส้นตรง)

$$D = (P - S) / L \quad \dots\dots\dots (2)$$

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน

$$R = ((P + S) \times i) / 2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

เมื่อ

P = ราคาซื้อหรือสร้างเครื่องคัดขนาดผลน้อยหน้า( บาท)

L = อายุการใช้งานเครื่องคัดขนาดผลน้อยหน้า( สักรหรณ้อย) = 10ปี

$S$  = ราคาเครื่องเมื่อครบ 10 ปี =  $0.1 P$  (บาท)

$D$  = ค่าเสื่อมราคาต่อปี (บาท/ปี)

$R$  = ค่าเสียโอกาสในการลงทุนต่อปี (บาท/ปี)

$I$  = อัตราดอกเบี้ย 6.75% ต่อปี (เมื่อเดือน ธันวาคม 2556)

จุดคุ้มทุน (Break even point, BEP)

Blank และ Tarquin (1998) เสนอสมการการหาจุดคุ้มทุนไว้ดังนี้

$$BEP_S = FC / (SU_U - VC_U) \quad \dots\dots\dots (4)$$

เมื่อ

$BEP_S$  = จุดคุ้มทุน (หน่วย)

$FC$  = ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท)

$SU_U$  = ราคาขายต่อหน่วย (บาท/หน่วย)

$VC_U$  = ค่าใช้จ่ายแปรผันต่อหน่วย (บาท/หน่วย)

ระยะเวลาในการคืนทุน

$$PBP = MC/P \quad \dots\dots\dots (5)$$

เมื่อ

$PBP$  = ระยะเวลาในการคืนทุน (ปี)

$MC$  = ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง (บาท)

$P$  = กำไร (บาท/ปี)

### การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ตารางที่ ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องคัดขนาดผลน้อยหน้า

1. มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3/4 แรงม้า 2,500 บาท

2. เหล็กโครงสร้าง 5,000

อุปกรณ์ถาดป้อน, โช้ปิก 10,000 บาท

3. สายพาน, พู่เล่ย์, เพลา และแบร้ง 3,500 บาท

4. ค่าแรงงานสร้าง และประกอบเครื่องคัดขนาดผลน้อยหน้า 7,500 บาท

**รวม 28,500 บาท**

### ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

กำหนดให้ราคาเครื่องคัดขนาดผลน้อยหน้า(P) มีค่า 28,500 บาท มูลค่าซากของเครื่องเมื่อสิ้นปีที่ 10 เหลือ 10% ของราคาเครื่อง และอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 6.75%ต่อปี

มูลค่าซาก (S)= 0.1P= 0.1 × 28,500= 2,850 บาท

ค่าเสื่อมราคา (D)= ( P-S )/L = (28,500-2,850)/10= 2,565 บาท/ปี

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน(R) = ((P+S)/2) × I

= ((28,500+2,850)/2) × 0.0675 = 1058.06บาท/ปี

ต้นทุนคงที่ (FC)= ค่าเสื่อมราคา (D) + ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)

= 2,565 + 1,058.06

= 3,623.06 บาท/ปี

กำหนดให้อัตราค่าจ้างแรงงานวันละ 300 บาท (กำหนดอัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำตามตลาด)

จำนวนคนทำงาน 1 คน ทำ งานปีละ 60 วัน และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4.50 บาท สิ้นเปลืองค่าไฟฟ้า

0.57 หน่วย/ชม. ทำ งานวันละ 4 ชั่วโมง ค่าบำรุงรักษาเครื่องเฉลี่ยวันละ 50 บาท

ค่าจ้างแรงงาน (W) = 1× 300 × 60 = 18,000 บาท/ปี

ค่าไฟฟ้า (E) = 0.57 × 4.50 × 4 × 60 = 615.6 บาท/ปี

ค่าบำรุงรักษา (M) = 50 × 60 = 3,000 บาท/ปี

ต้นทุนแปรผัน (VC) = ค่าจ้างแรงงาน (W)+ ค่าไฟฟ้า (E)+ ค่าบำรุงรักษา (M)

= 18,000 + 615.6 + 3,000

= 39,615.6 บาท/ปี

ดังนั้น

ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC) = ต้นทุนคงที่ (FC) + ต้นทุนแปรผัน (VC)

= 3,623.06 + 39,615.6

= 43,238.66 บาท/ปี

**จุดคุ้มทุนของเครื่องคัดขนาดผลน้อยหน้า**

กำหนดให้ค่าจ้างใช้เครื่องคัดขนาดผลน้อยหน้า 0.75 บ./กก. และภายในระยะเวลา 1 ปี เครื่อง

ทำ งาน 60 × 4 = 240 ชม. สามารถทำ การคัดขนาดได้ 1,800 ผล./ชม. ฉะนั้นเครื่องสามารถทำงาน

ได้ 108,000 กก./ปี (น้ำหนักผลน้อยหน้า 250 กรัม/ผล)

จุดคุ้มทุน (BEPs) = ต้นทุนคงที่ (FC) / ((ราคาค่าใช้เครื่องคัด / กก.,SPu) - ( ต้นทุนแปรผัน / กก.,VCu))

= 3,623.06 / (0.75 - (39,615.6/ 108,000 ))

= 3,623.06 /(0.75 -0.37)

= 3,623.06 /0.38

= 9,534.36 กก./ปี หรือ 9.5 ตัน/ปี

**ระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องคัดขนาดผลน้อยหน้า**

จากรายได้ในการรับจ้างใช้เครื่องคัดขนาด = 0.75 บ./กก. และ 1 ปี เครื่องคัดขนาดทำการคัดขนาดได้

108,000 กก.จึงมีรายได้  $0.75 \times 108,000 = 81,000$  บาท/ปี

ระยะเวลาในการคืนทุน (PBP) = ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง (MC) / กำไร (P) และ

กำไร (P) = รายได้ (R) - ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC)

=  $81,000 - 43,238.66$

= 37,761.34 บาท

ดังนั้น

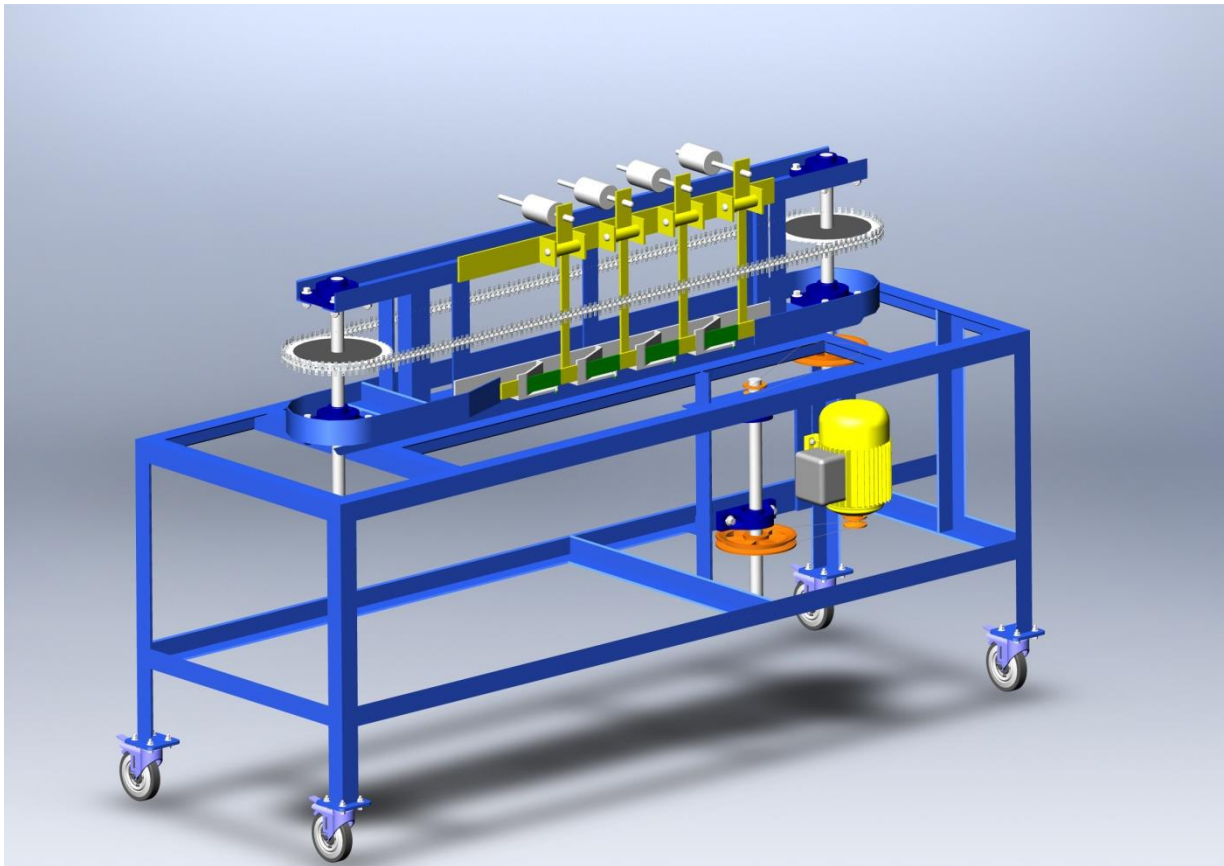
ระยะเวลาในการคืนทุน (PBP) = ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง (MC) / กำไร (P)

=  $28,500 / 37,761.34$

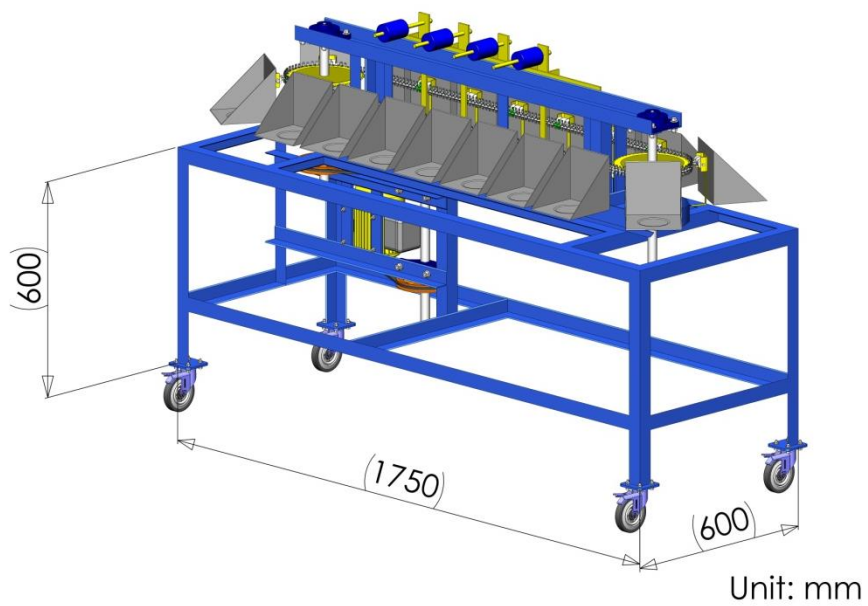
= 0.75 ปี หรือ ประมาณ 10 เดือน

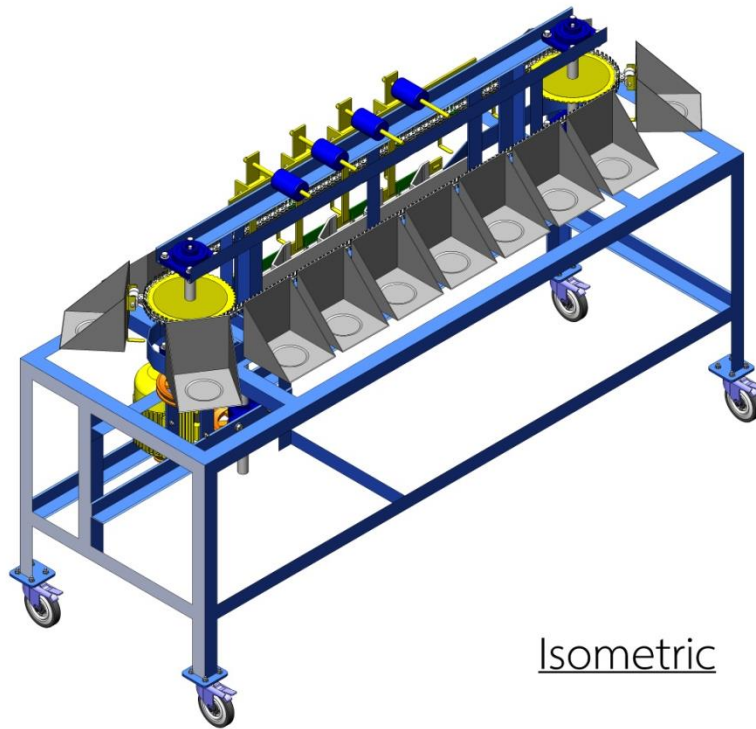
จากการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ถ้าในการสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องคัดขนาดผลน้อยหน้า  
ราคา 28,500 บาท รับจ้างคัดขนาดโดยคิดเป็นเงิน 0.75 บ./กก. จุดคุ้มทุนอยู่ที่การผลิต 9,534.36 กก./ปี  
และสามารถคืนทุนได้ในเวลา 0.75 ปี(10 เดือน)

### แบบวิศวกรรมเครื่องคัดขนาดน้อยหน้าโดยอาศัยน้ำหนัก



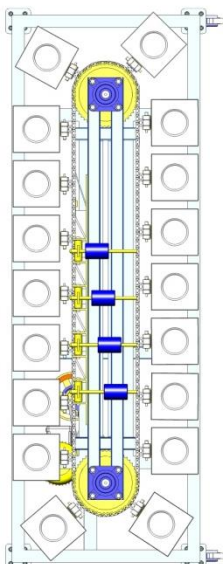
ภาพจำลอง 3 มิติจากคอมพิวเตอร์ ของเครื่องคัดขนาดน้อยหน้าโดยน้ำหนัก

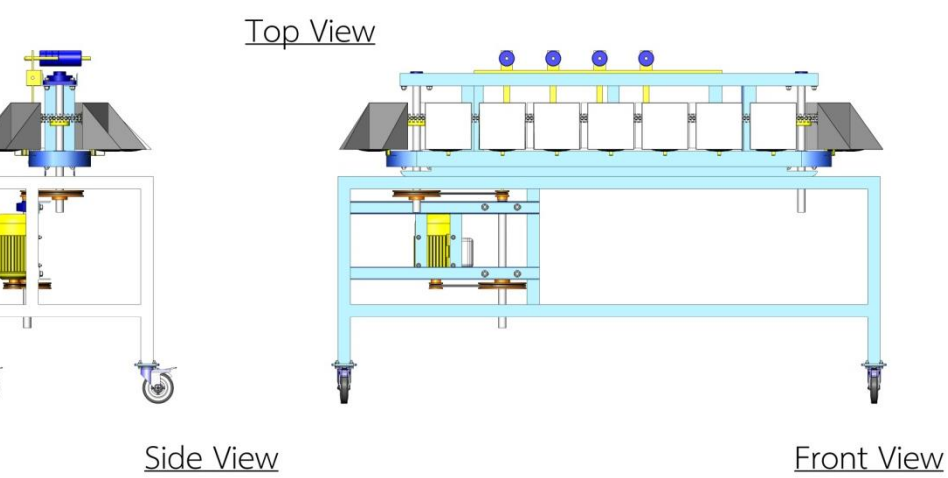




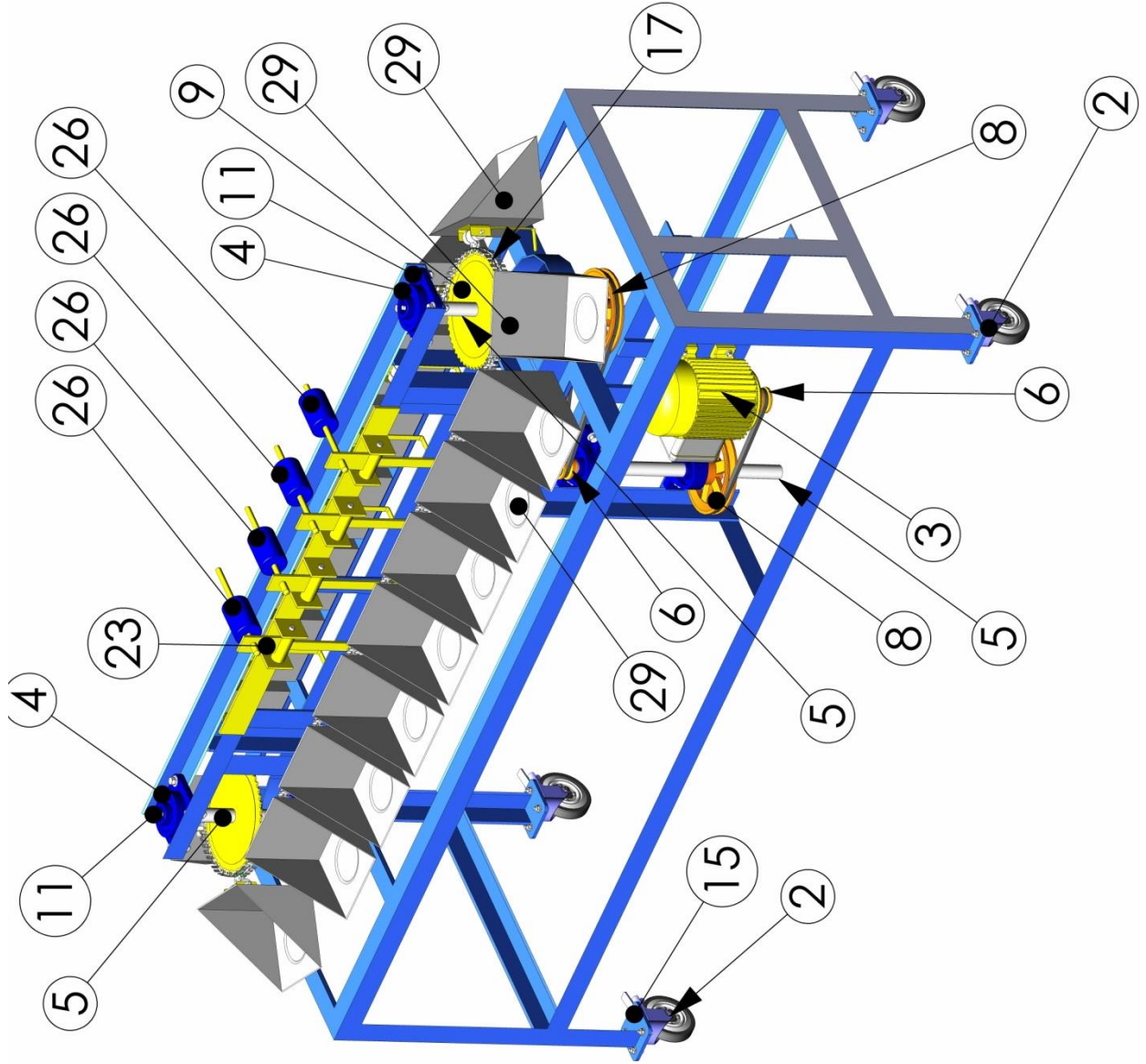
Isometric

สั้ดส่วนของเครื่องคัดขนาดน้อยหน้าโดยน้ำหนัก





แสดงภาพด้านต่างๆของเครื่องคัดขนาดน้อยหน้าโดยน้ำหนัก



| ITEM NO. | PART NUMBER                                               | QTY. |
|----------|-----------------------------------------------------------|------|
| 1        | frame01                                                   | 1    |
| 2        | 316_pt_100_el_                                            | 4    |
| 3        | motor                                                     | 1    |
| 4        | bearing_unit_msfl                                         | 4    |
| 5        | shaft45cm                                                 | 3    |
| 6        | 4700a0401-8                                               | 2    |
| 7        | bearing_unit_np1                                          | 2    |
| 8        | 4700a1501-10                                              | 2    |
| 9        | Copy of tat_krs1_2x1_8-z52^1111n01                        | 2    |
| 10       | B18.2.3.9M - Heavy hex flange screw, M10 x 1.5 x 20 --20N | 16   |
| 11       | B18.2.3.4M - Hex flange screw, M10 x 1.5 x 30 --30N       | 12   |
| 12       | B18.2.3.4M - Hex flange screw, M10 x 1.5 x 30 --30N       | 3    |
| 13       | B18.2.3.4M - Hex flange screw, M10 x 1.5 x 30 --30N       | 4    |
| 14       | B18.2.3.4M - Hex flange screw, M6 x 1 x 30 --30N          | 4    |
| 15       | B18.2.2.4M - Hex flange nut, M6 x 1 --N                   | 20   |
| 16       | B18.2.2.4M - Hex flange nut, M10 x 1.5, with 15 WAF --N   | 20   |
| 17       | chain                                                     | 125  |
| 18       | B18.6.7M - M10 x 1.5 x 30 Indented HFMS --30N             | 1    |
| 19       | grader01                                                  | 1    |
| 20       | grader02                                                  | 4    |
| 21       | grader03                                                  | 5    |
| 22       | grader04                                                  | 1    |
| 23       | weight02                                                  | 4    |
| 24       | weight03                                                  | 4    |
| 25       | weight05                                                  | 4    |
| 26       | weight04                                                  | 4    |
| 27       | Belt                                                      | 1    |
| 28       | Belt                                                      | 1    |
| 29       | tare                                                      | 18   |