

วิจัยและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกหีวมะคาเดเมีย (*Macademia spp.*)
Research and Development of Macademia (*Macademia spp.*) Nut Husker

สนอง อมฤกษ์^{1/}

ชัยวัฒน์ เผ่าสันหัตตพานิชย์^{1/}

สมเดช ไทยแท้^{1/}

ปรีชา ชมเชียงคำ^{1/}

ประพัฒน์ ทองจันทร์^{1/}

Sanong Amaroek^{1/}

Chaiwat Paosantadpanich^{1/}

Somdet Thaithae^{1/}

Precha Chomchiangkam^{1/}

Prapat Tongjun^{1/}

ABSTRACT

The main objective of this research was to design and develop the macadamia nut husker. The design and macadamia husker development was consisted of two parts namely shell screw and pressure shell pressure plate shell screw had 1,150 mm for screw length, 68 mm for pith width, 90 mm in diameter and operated velocity at 330 rpm. The one horse power was used as a motor in this experiment. Pressure plate shellers had 4 sets and dimension of width × length × thickness was equal to 36 × 195 × 6 mm. Testing was conducted at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Centre (Doi Khun Wang) in July, 2552. The results showed that the capacity to work as an average was of 660.86 kg /hr, the seed obtained was 88.63 % and uncompleted seed was 6.0 %. Then development was made to adjust the tested prototype according to improper use found at the Chiang Rai Agricultural Research and Development, Chiang Rai province (Doi Wawee) in August, 2552. After being improvement, the result showed that machine had an average capacity at 618.10 kg/hr. The percentage of complete seed as an average was 99.50 %, and uncompleted shell 0.5 % and 5,181 kg/yr for break even point.

Key words: macadamia husker, macadamia

^{1/} ศูนย์วิจัยวิศวกรรมเชียงใหม่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50230

^{1/} Chiang Mai Agriculture Research Centre, Agriculture Engineering Research Institute, Development of Agriculture, Meuang district, Chiang Mai province 50230

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยเพื่อทดสอบและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกมะคาเดเมีย โดยการออกแบบและพัฒนาชุดกะเทาะเปลือกให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยชุดเกลียวกะเทาะ ชุดแผ่นกดอัดเมล็ดและชุดถ่ายทอดกำลัง โดยตัวเกลียวกะเทาะมีระยะพิทซ์ 68 มม. มีความยาว 1,150 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มม. ชุดแผ่นกดอัดเมล็ดมีจำนวน 4 ชุด วางอยู่ด้านบนของชุดเกลียวกะเทาะซึ่งทำจากเหล็กแบนขนาดกว้าง×ยาว×หนา 36×195×6 มม. ส่วนชุดถ่ายทอดกำลังใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ปรับทดความเร็วรอบทำงานที่เหมาะสม 330 รอบ/นาที ดำเนินการทดสอบในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ที่ศูนย์ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ดอยขุนวาง) พบว่ามีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 660.86 กก./ชม. ได้เมล็ดเต็มเฉลี่ย 88.63 % กะเทาะไม่หมดเฉลี่ย 6.0 % จากนั้นได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเครื่องต้นแบบตามข้อบกพร่องที่พบ แล้วนำไปทดสอบในสภาพพื้นที่ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดเชียงราย (วาวิ) ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 พบว่ามีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 634.77 กก./ชม. ได้เมล็ดเต็มเฉลี่ย 99.50 % กะเทาะไม่หมดเฉลี่ย 0.5 % โดยมีจุดคุ้มทุนเฉลี่ยอยู่ที่การทำงาน 5,181 กก./ปี

คำหลัก: เครื่องกะเทาะเปลือกมะคาเดเมีย
มะคาเดเมีย

คำนำ

มะคาเดเมีย (macadamia) เป็นไม้พื้นเมืองของออสเตรเลีย นำไปปลูกและค้นคว้าพัฒนาเป็นพืชอุตสาหกรรมในสหรัฐอเมริกาที่รัฐฮาวาย นับว่าเป็นพืชที่มีอนาคตทางเศรษฐกิจเนื่องจากมีราคาสูง และมีอายุการให้ผลผลิตเป็นเวลามากกว่า 50 ปี มะคาเดเมียเป็นไม้ไม่ผลัดใบ (evergreen tree) ส่งผลให้เป็นปามีสีเขียวตลอดปี แหล่งปลูกมะคาเดเมียที่เป็นอุตสาหกรรมใหญ่ที่สุดคือ ประเทศออสเตรเลียและรัฐฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา รองลงมาได้แก่ประเทศเคนยา อัฟริกาใต้ มาลาวี กัวเตมาลา คอสตาริกา บราซิลและซิมบับเว ตามลำดับ ผลผลิตเมล็ดทั้งกะลา (nut in shell) ของออสเตรเลียประมาณ 40,000 ตันในปี พ.ศ. 2548 ผลผลิตของทั้งโลกประมาณ 59,000 - 64,000 ตันในปี พ.ศ. 2543 แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยเฉพาะความต้องการของผู้บริโภคจะมีมากขึ้นถึงประมาณ 71,200 ตัน/ปี สำหรับในประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 15,000-20,000 ไร่ จ.เชียงใหม่ เชียงรายและเลย โดยมีการขยายพื้นที่เพาะปลูกปีละ 1,500-2,000 ไร่ (นิรนาม, 2009)

มะคาเดเมียเมื่อแก่ผลจะร่วงลงพื้นดินเกษตรกรต้องเก็บเกี่ยวและนำมารวมไว้ก่อนการกะเทาะเปลือกเขียวออก (dehusking) โดยใส่ผลสดของมะคาเดเมียลงในถุงไนลอนแล้วตีด้วยท่อนไม้ ให้เปลือกเขียวแตกและหลุดจากกะลา จากนั้นเทออกจากถุง ทำการแยกเปลือกเขียวออกจากเมล็ด มะคาเดเมียที่กะเทาะเปลือกเขียว

ออกแล้วจะมีความชื้นประมาณ 20 - 23.2 % เมื่ออบแห้งเมล็ดให้มีความชื้นอยู่ระหว่าง 3-5 % ทำให้เนื้อในหอดตัวหลุดจากกะลาส่วนหนึ่งแต่ยังมีเมล็ดที่ติดกับผนังของกะลา ซึ่งต้องทำให้เนื้อในหลุดจากกะลาโดยการกระแทกถุงเมล็ดกับพื้นแข็ง เพื่อให้เกิดการคลอนแล้วจึงทำการกะเทาะได้ เนื่องจากลักษณะจำเพาะของกะลามะคาเดเมียที่มีความแข็งแรงมากเป็นพิเศษโดยมีค่าเฉลี่ยของ Young's Modulus ของกะลาประมาณ 5.2 Mpa ค่า tensile strength ของกะลา 57 Mpa และค่า Poisson's ratio ประมาณ 0.3 ซึ่งเทียบเท่ากับความแข็งแรงของ ceramic หรือแก้ว (Roung and Bathgate, 1999) กระบวนการแปรรูปมะคาเดเมียมีหลายขั้นตอน เริ่มต้นจากการเก็บเกี่ยวเมล็ดมะคาเดเมียจากต้น การลอกเปลือกสด การอบลดความชื้น การคัดขนาด การกะเทาะกะลา และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับวิธีการกะเทาะเปลือกในต่างประเทศ เช่น ออสเตรเลีย ออสเตรียและสหรัฐอเมริกา โดยใช้เครื่องกะเทาะเปลือก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงงานที่รับซื้อทั้งเปลือกแล้วนำมากะเทาะเปลือกเองในโรงงาน สำหรับหลักการกะเทาะเปลือกมะคาเดเมีย เริ่มจากผลมะคาเดเมียจะถูกลำเลียงเข้ามาในเครื่องกะเทาะ โดยในเครื่องมีชุดเกลียวกะเทาะยาวประมาณ 1 ม. เกลียวกะเทาะทำหน้าที่ 2 อย่างคือ ลำเลียงผลมะคาเดเมียพร้อมกับกะเทาะเปลือก มีชุดแผ่นกดผลมะคาเดเมียอัดติดกับชุดเกลียวลำเลียง เมื่อโดนแรงแผ่นกดเมล็ดมะคาเดเมียให้อัดกับเกลียวกะเทาะ ทำให้เปลือกแตกร่วงลงด้านล่าง ส่วนผลมะคาเดเมีย

ซึ่งมีขนาดโตกว่าช่องทางออกเปลือกจะถูกลำเลียงออกยังด้านท้ายของเครื่อง ซึ่งหัวใจสำคัญของเครื่องกะเทาะก็คือ ชุดเกลียวลำเลียงซึ่งทำหน้าที่ 2 อย่างพร้อมกัน แต่เครื่องดังกล่าวมีราคาค่อนข้างแพงประมาณ 180,000 บาท สำหรับในประเทศไทยผู้ประกอบการรายใหญ่ อาทิ โครงการหลวงดอยตุงและชาโตเดอเลย์ รับซื้อเมล็ดมะคาเดเมียที่กะเทาะเปลือกแล้วและไม่กะเทาะเปลือก ซึ่งผู้ประกอบการทั้ง 2 รายนี้มีเครื่องกะเทาะเปลือก

สำหรับประโยชน์และคุณค่าทางอาหาร เนื้อในมะคาเดเมีย ประกอบด้วยน้ำมันซึ่งเป็นไขมันไม่อิ่มตัวเฉลี่ย 76 % และไม่มีโคเรสเตอรอล ช่วยลดอัตราการเป็นโรคหัวใจ นอกจากนี้มะคาเดเมียยังอุดมไปด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต แคลเซียมและโพแทสเซียม ซึ่งเป็นสารอาหารที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยบำรุงสุขภาพให้แข็งแรงและสมบูรณ์ (จำลอง, 2544)

ปัจจุบันเกษตรกรรายย่อยจะต้องลอกเปลือกเขียวก่อน แล้วนำเมล็ดขายให้แก่ผู้ประกอบการรายใหญ่ กก.ละ 50 - 60 บาท เกษตรกรประสบปัญหาขาดเครื่องกะเทาะเปลือกเขียว ซึ่งต้องใช้ไม้ทุบทำให้ทำงานได้ช้า ถ้าหากเก็บผลสดไว้นานเกิน 24 ชม. โดยไม่กะเทาะเปลือกเขียว ก็จะทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพ เครื่องกะเทาะของดอยตุงมีการใช้งานในวงแคบ และมีราคาแพง เกษตรกรไม่สามารถจัดซื้อได้ ประกอบกับปริมาณการปลูกและผลผลิตเพิ่มขึ้นทุกปี จำเป็นต้องมีเครื่องกะเทาะ จึงได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเขียว

มะคาเดเมียต้นแบบ โดยอาศัยหลักการกะเทาะแบบเกลียวกะเทาะเป็นแนวคิด และประดิษฐ์เครื่องกะเทาะเพื่อให้ได้เครื่องที่มีประสิทธิภาพ จึงมีการทดสอบหลายขั้นตอน และเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับการได้มาซึ่งเมล็ดมะคาเดเมียที่มีคุณภาพ ซึ่งจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรในการผลิตมะคาเดเมีย

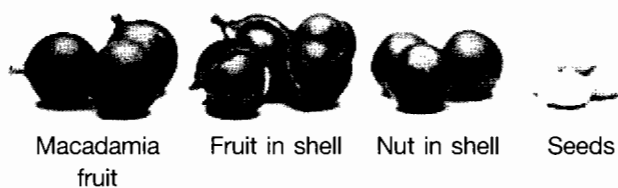


Figure 1. Composition of macadamia fruit

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การออกแบบและพัฒนาและสร้างต้นแบบเครื่องกะเทาะเปลือกมะคาเดเมีย ดำเนินการออกแบบประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ ชุดเกลียวกะเทาะ ชุดแผ่นกดอัดเมล็ดและชุดถ่ายทอดกำลัง (Figure 1)

สำหรับหลักการทำงานของเครื่องกะเทาะเปลือกมะคาเดเมีย เริ่มจากการป้อนผลมะคาเดเมียใส่ใน hopper ซึ่งตั้งอยู่บนชุดเกลียวลำเลียง (shell screw) ผลมะคาเดเมียจะถูกลำเลียงเข้ามาในเครื่องกะเทาะ โดยในเครื่องมีชุดเกลียวกะเทาะยาวประมาณ 1 ม. เกลียวกะเทาะทำหน้าที 2 อย่างคือ ลำเลียงผลมะคาเดเมียพร้อมกับกะเทาะเปลือก มีชุดแผ่นกดผลมะคาเดเมียอัดติดกับชุดเกลียวลำเลียง เมื่อโดนแรงแผ่นกดเมล็ดมะคาเดเมียให้อัดกับเกลียวกะเทาะทำให้เปลือกแตกร่วงลงด้านล่าง ส่วนผลมะคาเดเมียซึ่งมี

ขนาดโตกว่าช่องทางออกเปลือกจะถูกลำเลียงออกยังด้านท้ายของเครื่อง ซึ่งหัวใจสำคัญของเครื่องกะเทาะก็คือ ชุดเกลียวลำเลียงซึ่งทำหน้าที่ 2 อย่างพร้อมกัน

1.1 ชุดเกลียวกะเทาะมีระยะพิทช์ 68 มม. ตัวเกลียวกะเทาะยาว 1,150 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มม. ทำงานที่ความเร็วรอบ 330 รอบ

1.2 ส่วนชุดแผ่นกดอัดเมล็ด (pressure shell pressure plate) มีจำนวน 4 ชุด มีตำแหน่งอยู่ด้านบนของชุดเกลียวกะเทาะ ทำจากเหล็กแบนขนาดกว้าง×ยาว×หนา 36×195×6 มม. มีหน้าที่กดอัดเมล็ดมะคาเดเมียโดยมีตัวสปริงเป็นตัวกดแผ่นอัดเมล็ด ให้เปลือกของมะคาเดเมียสัมผัสกับชุดเกลียวกะเทาะเปลือก (Figure 2)

1.3 ชุดถ่ายทอดกำลัง โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนเกียร์ทดรอบ โดยมีอัตราทด 1:10 และส่งผ่านกำลังต่อดัวยด้วยเฟืองโซ่ขนาด 20 ซม. ไปขับเคลื่อนเฟืองโซ่ขนาด 15 ซม. ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบ 300 310 320 330 340 และ 350 รอบ ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การกะเทาะที่ได้เมล็ดที่สมบูรณ์ และกะเทาะได้ทันเวลา พร้อมทั้งได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับการกะเทาะเปลือกที่ 330 รอบ

2. การทดสอบในพื้นที่

ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ดอยขุนวาง) ต.แม่วาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ โดยมีการบันทึกข้อมูลความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์การกะเทาะไม่หมด

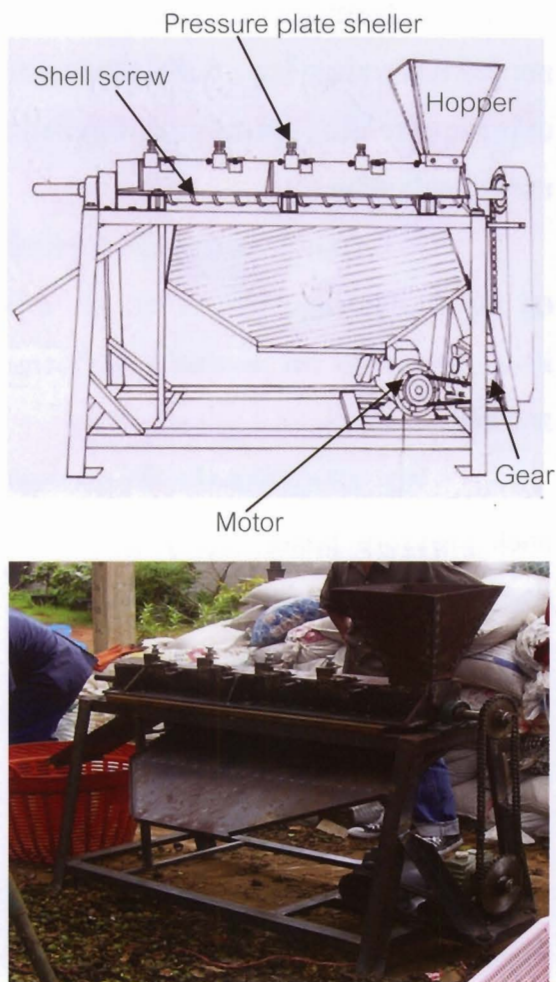


Figure 2. Prototype of macadamia nut husker

เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มและเมล็ดกะเทาะไม่หมด (Table 1) สำหรับความเร็วรอบจากข้อ 1.3 ใช้ความเร็วรอบที่ 330 รอบ โดยทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ๆ ละ 100 กก. (เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวผลผลิตที่เก็บรวบรวมได้ 300 กก.) หลังจากทำการทดสอบแล้วพบข้อบกพร่องหลายจุด จึงได้ทำการปรับปรุงและพัฒนาชุดกลดสปริง ต้องขันยัดให้แน่น กันน็อตที่กดสลิงคลายตัว ปรับความยาวของแผ่นกดให้เหมาะสม และเนื่องจากตัวกลดเมล็ดสั่นเกินไปทำให้เมล็ดกะเทาะไม่หมด

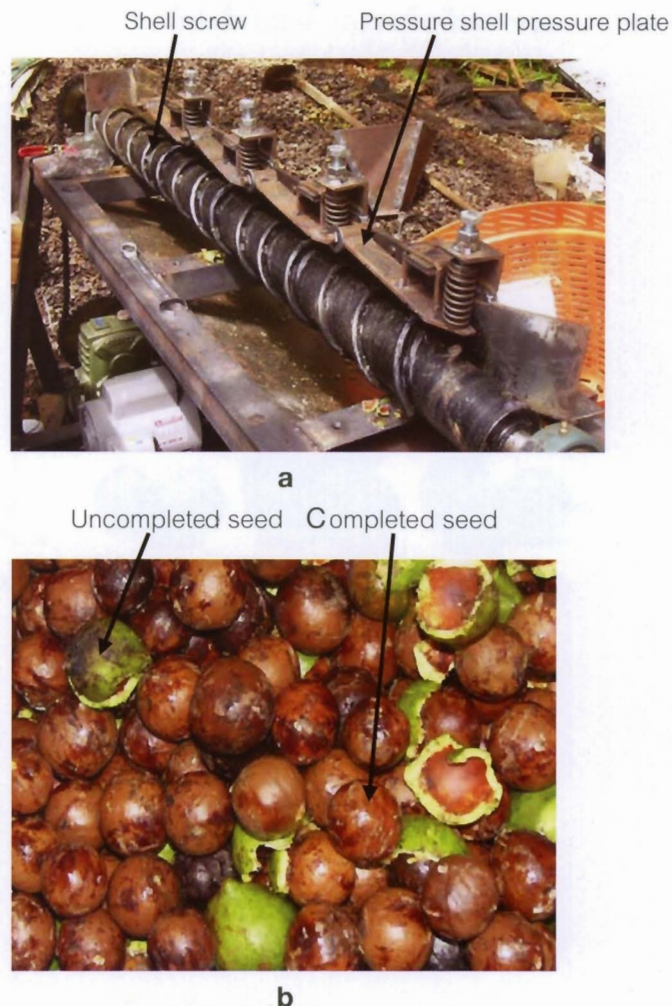


Figure 2. Shell screw pressure shell pressure plate (a); uncompleted and completed seeds (b)

จึงได้เพิ่มความยาว และปรับสปริงให้มีความแข็งเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้มีแรงกดเพียงพอสำหรับอัดผลมะคาเดเมียให้กะเทาะเปลือกออกได้หนา หลังจากนั้นได้ทำการทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจ.เชียงราย (วาวี) อ.แม่สรวย จ.เชียงราย โดยทำการทดสอบ 6 ซ้ำ ๆ ละ 100 กก. (เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวผลผลิตที่เก็บรวบรวมได้ 600 กก.)

3. การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ ดำเนิน

การโดยการหาจุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องกะเทาะเปลือกมะคาเดเมีย เปรียบเทียบกับการกะเทาะโดยใช้แรงงานคน ตามหลักการของ Hunt (1976) เมื่อคำนวณค่าเสื่อมราคาเป็นแบบเส้นตรง (Straight-line method) โดยคำนวณหาต้นทุนการใช้เครื่อง จุดคุ้มทุน และระยะเวลาคืนทุนของการใช้เครื่องต้นแบบเปรียบเทียบกับ

$$A_c = \frac{(F_c)}{A} + \frac{(1)}{C_t} [R\&M+E+L] \dots \dots \dots \text{สมการที่ 1}$$

$$D = \frac{(P - S)}{N} \dots \dots \dots \text{สมการที่ 3}$$

โดย D = ค่าเสื่อมราคา (บาท/ปี)
P = ราคาเครื่อง (บาท)
N = อายุการใช้งานของเครื่อง (ปี)
 A_c = ต้นทุนการกะเทาะโดยใช้แรงคน (บาท/กก.)
A = ปริมาณการกะเทาะในหนึ่งปี (กก.)
E = ค่ากระแสไฟฟ้า (บาท/ชม.)
 C_t = ความสามารถในการทำงานของเครื่อง (กก./ชม.)

กะเทาะแบบใช้แรงงานคน เมื่อคิดว่าเกษตรกรซื้อเครื่องไปใช้งาน โดยประเมินราคาประมาณ 30,000 บาท ผลการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของเครื่องกะเทาะเปลือกมะคาเดเมีย ใช้สมการในการคำนวณ ดังนี้

$$F_c = D + I \dots \dots \dots \text{สมการที่ 2}$$

$$I = \frac{P + S}{2} \times \frac{r}{100} \dots \dots \dots \text{สมการที่ 4}$$

I = ดอกเบี้ย (บาท/ปี)
S = มูลค่าซาก (บาท)
r = อัตราดอกเบี้ย (%/ปี)
 F_c = ต้นทุนคงที่ (บาท/ปี)
R&M = ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (บาท/ชม.)
L = ค่าแรงคนงาน (บาท/ชม.)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การทดสอบเบื้องต้น

นำเครื่องต้นแบบทดสอบที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่(ดอยขุนวาง) ต.แม่วาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ พบว่าเครื่องต้นแบบเครื่องกะเทาะเปลือกเชียงใหม่มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 660.86 กก./ชม. ได้เมล็ดเต็ม 88.63 % เมล็ดไม่ถูกกะเทาะ 5.37 % กะเทาะไม่หมด 6.0 % (Table 1) เครื่องดังกล่าวสามารถทำงานได้ดีในระดับหนึ่ง แต่ยังมีจุดที่สามารถปรับปรุงและพัฒนาหลายจุดด้วยกัน

2. การทดสอบหลังจากการปรับปรุงเครื่อง

ทดสอบครั้งที่ 2 ในสภาพพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจ.เชียงราย (วาวิ) อ.แม่สรวย จ.เชียงราย สามารถกะเทาะเปลือกออกได้ดียิ่งขึ้น มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 634.77 ± 28.35 กก./ชม. ได้เมล็ดเต็ม $99.5 \pm 0.55\%$ กะเทาะไม่หมด $0.5 \pm 0.54\%$ (Table 2) (เนื่องจากขณะที่ทดสอบในช่วงเวลาดังกล่าวมีผลมะคาเดเมียจำนวน 600 กก. จึงได้ทำการทดสอบ 6 ซ้ำ ๆ ละ 100 กก.)

Table 1. Efficiency of tested macadamia nut husker at Chiang Mai Royal Agricultural Research Centre (Doi Khunwang), Chiang Mai

Weight ¹ (kg)	Capacity (kg/hr)	Completed seed seed (%)	No huskers (%)	Uncompleted seed (%)
100	658.26	90.1	4.8	5.1
100	666.67	87.3	6.1	6.6
100	657.65	88.5	5.2	6.3
Average	660.86 ± 5.04	88.63 ± 1.40	5.37 ± 0.67	6.0 ± 0.79

^{1/}Because of limited macadamia fruit sample at 300 kg, then each test was run at 100 kg ± standard deviation

Table 2. Efficiency of tested macadamia nut husker at Chiang Rai Agricultural Research and Development Centre (Doi Wawee)

Weight (kg)	Capacity (kg/hr)	Completed seed (%)	No huskers (%)	Uncompleted seed (%)
100	618.18	100	0	0
100	645.63	99	0	1
100	641.04	99	0	1
100	664.67	99	0	1
100	586.15	100	0	0
100	652.92	100	0	0
Average	634.77 ± 28.35	99.50 ± 0.55	00	0.50 ± 0.54

^{1/}Because of sample at time period it have 600 kg, there fore testing on 6 times ± standard deviation

3. การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

3.1 การคำนวณหาต้นทุนการใช้เครื่อง
กะเทาะเปลือกมะคาเดเมียการวิเคราะห์หาจุดคุ้ม
ทุนของเครื่องกะเทาะเปลือกมะคาเดเมียใช้ข้อมูล
ดังต่อไปนี้

ราคาเครื่อง (P) = 30,000 บาท
อายุการใช้งาน (N) = 5 ปี
มูลค่าซาก (S) = 3,000 บาท
(คิด 10% ของราคาเครื่อง)
อัตราดอกเบี้ย (r) = 15 %

ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (R&M)
 = 1.2% ของราคาเครื่อง/100 ชม.ทำงาน
 = (0.012×30,000/100) = 3.6 บาท/ชม.

3.1.1 ค่าไฟฟ้า (E)

= (มอเตอร์ 1 HP 0.723 Kw)
 = 0.723×3 = 2.169 บาท/ชม.
 (คิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท)

3.1.2 ค่าแรงงาน (L)

= 2 คน/วัน
 = (2×250)/8 = 62.5 บาท/ชม.
 (ค่าแรงคนละ 250 บาท ทำงาน 8 ชม./วัน)
 ความสามารถในการทำงานของเครื่อง (Ct)
 = 634.77 กก./ชม.

3.1.3 คำนวณค่าเสื่อมราคาจาก สมการ

ที่ 3

$$D = \frac{P-S}{N}$$

$$= \frac{(30,000-3,000)}{5} = 5,400 \text{ บาท/ปี}$$

3.1.4 คำนวณดอกเบี้ยจาก สมการที่ 4

$$I = \frac{P + S}{2} \times \frac{r}{100}$$

$$= \frac{30,000+3,000}{2} \times \frac{15}{100}$$

$$= 2,475 \text{ บาท/ปี}$$

แทนค่าในสมการที่ 2

$$F_c = D + I = 5,400 + 2,475$$

$$= 7,875 \text{ บาท/ปี}$$

แทนค่าต่าง ๆ ในสมการที่ 1

$$A_c = \frac{F_c}{A} + \frac{1}{C_t} (R\&M+E+L)$$

$$= \frac{7,875}{A} + \frac{1}{634.77} (3.6+2.169+62.5)$$

$$A_c = \frac{7,875}{A} + 0.11 \dots \dots \dots \text{สมการที่ 5}$$

3.2 การคำนวณหาต้นทุนการกะเทาะเปลือกมะคาเดเมีย

ในการศึกษาการกะเทาะเปลือกมะคาเดเมียโดยใช้แรงงานคนพบว่า 1 คน สามารถกะเทาะได้เฉลี่ย 19.2 กก./ชม. ถ้าทำงาน 8 ชม./วัน และค่าแรง 250 บาท ต้นทุนการกะเทาะเปลือกเมื่อใช้แรงงานคน(A_c)

$$= 250/(19.2 \times 8) = 1.63 \text{ บาท/กก.}$$

3.3 การคำนวณหาจุดคุ้มทุน

สามารถคำนวณหาได้โดยแทนค่าลงในสมการที่ 5

$$A_c = \frac{7,875}{A} + 0.11$$

$$\text{แทนค่า } 1.63 = \frac{7,875}{A} + 0.11$$

$$\text{เพราะฉะนั้น } A = 5,181 \text{ กก./ปี}$$

แสดงว่าจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 5,181 กก./ปี ซึ่งเครื่องดังกล่าวมีอายุการใช้งาน 5 ปี มีความสามารถในการทำงาน 600 กก./ชม. ซึ่งใน 1 วัน ถ้าทำงาน 8 ชม. สามารถทำงานได้ 4,800 กก. ซึ่งถ้ามีผลมะคาเดเมียมากพอเครื่องดังกล่าวทำงาน 1 – 2 วัน ก็คุ้มทุน ส่วนที่เหลือเป็นผลกำไรที่ตามมา

สรุปผลการทดลอง

เครื่องกะเทาะเปลือกที่ได้รับการ

ออกแบบและพัฒนาสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวเครื่องประกอบด้วยชุดเกลียวกะเทาะและชุดแผ่นกดอัดเมล็ด โดยตัวเกลียวกะเทาะมีระยะพิทช์ 68 มม. ยาว 1,150 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มม. ทำงานที่ความเร็วรอบ 330 รอบ โดยใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ส่วนชุดแผ่นกดอัดเมล็ดมีจำนวน 4 ชุด วางอยู่ด้านบนของชุดเกลียวกะเทาะ ทำจากเหล็กแบน ขนาดกว้าง×ยาว×หนา 36×195×6 มม. ผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่ามีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 660.86 กก./ชม. ได้เมล็ดเต็ม 88.63 % เมล็ดกะเทาะไม่ 6.0 % หลังจากได้ทำการปรับปรุงเครื่องต้นแบบแล้วพบว่ามีสามารถในการทำงานเฉลี่ย 634.77 กก./ชม. ได้เมล็ดเต็ม 99.50 % กะเทาะไม่หมด 0.5 % โดยมีจุดคุ้มทุนอยู่ที่การทำงาน 5,181 กก./ปี ขณะนี้กำลังทดสอบการใช้งานระยะยาวที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดเชียงราย (วาวี) อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ดอยขุนวาง) ต.แม่ว้าง อ.แม่ว้าง จ.เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดเชียงราย(วาวี) อ.แม่สรวย จ.เชียงราย ที่อนุเคราะห์สถานที่และวัสดุในการทดสอบ รวมทั้งสถานที่ทำงานจนงานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ และขอขอบคุณกองทุนสนับสนุนการวิจัยกรมวิชาการเกษตร สำหรับการสนับสนุนทุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จำรอง ดาวเรือง .2544. มะคาเดเมีย. หน้า 133-141. ใน : ผลงานวิชาการประจำปี 2544 เล่ม 2. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 251 หน้า.
- นิรนาม. 2009. มะคาเดเมีย. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. <http://210.246.186.28/hort/operation/hortResponse/industry%20section/IndustrialCrop/MacadamiaNut/macadamiahrp01.htm>, 25/03/2010.
- Hunt D.1976. *Farm Power and Machinery Management*. 7th Edition, Iowa State University Press, Ames, Iowa. 324 p.
- Roung L., C.H. Wang, W. Bathgate.1999. *Crack Closure in Spherical Shells*. www.springerlink.com/index/M015G66WP2442G4G.pdf, 10/9/10.