



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)
ปริญญา

วิศวกรรมเกษตร

วิศวกรรมเกษตร

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาและเปรียบเทียบเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง

The Development and Comparison of Centrifugal Type Sunflower Seed Hullers

نامผู้วิจัย นายณัฐกรณ์ ชื่นจำ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวลักษณ์ ปฐวิรัตน์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวลักษณ์ ปฐวิรัตน์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาและเปรียบเทียบเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง

The Development and Comparison of Centrifugal Type Sunflower Seed Hullers

โดย

นายณัฐกรณ์ ชื่นขำ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2552

ฉัตรกรณ์ ชื่นขำ 2552: การพัฒนาและเปรียบเทียบเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรง
เหวี่ยง ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร) สาขาวิศวกรรมเกษตร
ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์, Ph.D. 158 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปัจจัยที่มีต่อสมรรถนะและเปรียบเทียบของ
ชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันแบบใช้แรงเหวี่ยง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและ
พัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันต่อไป ปัจจัยที่ทำการศึกษา ได้แก่ อัตราการป้อนเมล็ด ชนิด
ผนังเป้ากระทบเมล็ด ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน

ผลการทดลองพบว่า เครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวนอน ที่
ผนังเป้ากระทบเป็นพื้นเหล็กเป็นวัสดุกระทบเมล็ดที่เหมาะสมที่สุด ที่อัตราการป้อนเมล็ด 100
กิโลกรัมต่อชั่วโมงเป็นอัตราการป้อนที่เหมาะสมที่สุด และที่ความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด
1,400 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 21.99 เมตรต่อวินาที) เป็นความเร็วจานเหวี่ยงที่เหมาะสม
สำหรับการกะเทาะเมล็ดทานตะวัน มีประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ดทานตะวันคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
กะเทาะเมล็ดเฉลี่ย 36.52 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะจำหน่ายเฉลี่ย 76.61
เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากเปอร์เซ็นต์รวมของเปอร์เซ็นต์กะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย 68.02 เปอร์เซ็นต์
รวมกับเปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย 8.59 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานอนตั้ง ที่ผนังเป้ากระทบเป็น
พื้นเหล็กเป็นวัสดุกระทบเมล็ดที่เหมาะสมที่สุด ที่อัตราการป้อนเมล็ด 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
เป็นอัตราการป้อนที่เหมาะสมที่สุด และที่ความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1,600 รอบต่อนาที (ที่
ความเร็วเชิงเส้น 25.13 เมตรต่อวินาที) เป็นความเร็วจานเหวี่ยงที่เหมาะสมสำหรับการกะเทาะ
เมล็ดทานตะวัน มีประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ดทานตะวันคิดเป็นเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดเฉลี่ย
24.36 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะจำหน่ายเฉลี่ย 88.68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจาก
เปอร์เซ็นต์รวมของเปอร์เซ็นต์กะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย 84.83 เปอร์เซ็นต์ รวมกับเปอร์เซ็นต์เมล็ด
ในที่กะเทาะแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย 3.85 เปอร์เซ็นต์

Natthakorn Chuenkham 2009: The Development and Comparison of Centrifugal Type Sunflower Seed Hullers. Master of Engineering (Agricultural Engineering), Major Field: Agricultural Engineering, Department of Agricultural Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Siwalak Pathveerat, Ph.D. 158 pages.

This experiment was study the effect of efficiency and comparison centrifugal type sunflower feed hullers to design and develop sunflower feed hullers. Three factor were as followed feeding rate, the effect of impact surface, impeller speed.

The results showed that the centrifugal type sunflower feed huller, horizontal axle. The husking efficiency of mild steel impact surface increased and the percentage of whole kernels, optimum feeding rate and impeller speed were 100 kg./hr. and 1,400 rpm(peripheral rate 21.99 m/sec), respectively. Feed efficiency of sunflower kernel was 36.52 % ,commercial kernel was 76.61% which from complete kernel 68.02 % and quarter kernel 8.59%

Centrifugal type sunflower feed huller, vertical axle. The husking efficiency of mild steel impact surface increased and the percentage of whole kernels, optimum feeding rate and impeller speed were 125 kg./hr. and 1,600 rpm(peripheral rate 25.13 m/sec), respectively. Feed efficiency of sunflower kernel was 24.36 % ,commercial kernel was 88.68 % which from complete kernel 84.83 % and quarter kernel 3.85 %

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ศิวลักษณ์ ปฐวิรัตน์ ซึ่งเป็นประธาน
กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พร้อมกันให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการออกแบบ การ
สร้าง การทดสอบ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์พร้อมทั้งหาทุนสนับสนุนงบประมาณ
ในการสร้างเครื่อง ให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอบพระคุณ ผศ.ดร.อนุพันธ์ เทิดวงศ์วรกุล กรรมการที่
ปรึกษาวิชาเอก รศ.วิชา หมั่นทำการ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และ รศ.ปานมนัส ศิริสมบุญ
ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้ความรู้และแนะนำสิ่งที่เป็นประโยชน์ ตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกท่าน ตลอดจนรุ่นพี่และเพื่อนร่วมรุ่น
ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีในทุกๆด้าน และเป็นกำลังใจมาตลอดจนเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกๆ คนในครอบครัวที่เป็นกำลังใจและ
ให้การสนับสนุนโดยมาตลอด

ณัฐกรณ์ ชื่นจำ
กุมภาพันธ์ 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(9)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	21
อุปกรณ์	21
วิธีการ	22
ผลและวิจารณ์	38
สรุปและข้อเสนอแนะ	85
สรุป	85
ข้อเสนอแนะ	87
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	88
ภาคผนวก	90
ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	91
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	158

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าเมล็ดทานตะวัน	12
2	แหล่งปลูกทานตะวันในประเทศไทย ปี 2543	13
ตารางผนวกที่		
ก1	ข้อมูลการศึกษาขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ดทานตะวัน ทั้งเปลือกและเมล็ดในทานตะวันพันธุ์ไฟโอเนียร์จัมโบ้	92
ก2	ข้อมูลการศึกษาการทดสอบอัตราการป้อน ผนังเป้ากระทบและความเร็วรอบ จานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ ต่างๆ เมื่อใช้เมล็ดทานตะวันพันธุ์ไฟโอเนียร์จัมโบ้ ที่ความชื้น 8.36 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก	112
ก3	ข้อมูลการศึกษาการทดสอบอัตราการป้อน ผนังเป้ากระทบและความเร็วรอบ จานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ เมื่อใช้เมล็ดทานตะวันพันธุ์ไฟโอเนียร์จัมโบ้ ที่ความชื้น 8.36 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานเปียก	122
ก4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษาอัตราการป้อน ผนังเป้ากระทบ และ ความเร็วจานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ กะเทาะและเปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะได้เต็มเมล็ด	132
ก5	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษาอัตราการป้อน ผนังเป้ากระทบ และ ความเร็วจานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยและเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักกลาง	133
ก6	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษาอัตราการป้อน ผนังเป้ากระทบ และ ความเร็วจานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย	134

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษ้อัตราการป้อน ผงนึ่งเป่ากระทบ และความเร็วงานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนวตั้ง) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะและเปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะได้เต็มเมล็ด	135
ก8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษ้อัตราการป้อน ผงนึ่งเป่ากระทบ และความเร็วงานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนวตั้ง) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยและเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักกลาง	136
ก9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษ้อัตราการป้อน ผงนึ่งเป่ากระทบ และความเร็วงานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนวตั้ง) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย	137
ก10 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาผงนึ่งเป่ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	138
ก11 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษาผงนึ่งเป่ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	138
ก12 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาผงนึ่งเป่ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	139
ก13 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษาผงนึ่งเป่ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	139
ก14 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาผงนึ่งเป่ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	140

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก15 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	140
ก16 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษาผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	141
ก17 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	141
ก18 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษาผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	142
ก19 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	142
ก20 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	143
ก21 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษาผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	143
ก22 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	144

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก23 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษา พ่น้ำเป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	144
ก24 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชั้นเล็กชั้นน้อยเฉลี่ยของผล การศึกษาพ่น้ำเป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	145
ก25 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาพ่น้ำเป้ากระทบและ ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตรา การป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	145
ก26 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษา พ่น้ำเป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	146
ก27 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาพ่น้ำ เป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพล านวนอน) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	146
ก28 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษา พ่น้ำเป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	147
ก29 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชั้นเล็กชั้นน้อยเฉลี่ยของผล การศึกษาพ่น้ำเป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	147
ก30 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาพ่น้ำเป้ากระทบและ ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตรา การป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	148

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก31 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษา พ่น้ำเป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวดตั้ง) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	148
ก32 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาพ่น้ำ เป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวดตั้ง) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	149
ก33 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษา พ่น้ำเป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวดตั้ง) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	149
ก34 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ยของผล การศึกษาพ่น้ำเป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวดตั้ง) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	150
ก35 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาพ่น้ำเป้ากระทบและ ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวดตั้ง) ที่อัตรา การป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	150
ก36 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษา พ่น้ำเป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวดตั้ง) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	151
ก37 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาพ่น้ำ เป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวดตั้ง) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	151
ก38 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษา พ่น้ำเป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวดตั้ง) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	152

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก39 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ยของผล การศึกษาผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนตั้ง) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	152
ก40 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาผนังเป่ากระทบและ ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนตั้ง) ที่อัตรา การป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	153
ก41 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษา ผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนตั้ง) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	153
ก42 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาผนัง เป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพล านวนตั้ง) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	154
ก43 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษา ผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนตั้ง) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	154
ก44 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ยของผล การศึกษาผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนตั้ง) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	155
ก45 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาผนังเป่ากระทบและ ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนตั้ง) ที่อัตรา การป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	155
ก46 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษา ผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลานวนตั้ง) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	156

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก47 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาผนัง เป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพล าแนวตั้ง) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	156
ก48 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษา ผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลาแนวตั้ง) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	157
ก49 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ยของผล การศึกษาผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (แกนเพลาแนวตั้ง) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	157

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงภาพตัดขวางจานดอกทานตะวัน	6
2 แสดงส่วนประกอบต่างๆ และลักษณะการทำงานของเครื่องกะเทาะแบบแรงเหวี่ยง	16
3 แสดงลักษณะการทำงานของเครื่องกะเทาะแบบลูกกลิ้งยาง	17
4 หลักการทำงานของเครื่องกะเทาะเปลือกโดยใช้ผลต่างความเร็วลม	17
5 แสดงรายละเอียดของเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันของ Gupta, R.K. and Das, S.K.	18
6 แสดงรายละเอียดเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันของ อารีย์ ทิมินกุล	19
7 เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันของ เกียรติสุภา สุวรรณปา	20
8 แสดงรายละเอียดเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันของ นเรนทร บุญส่ง	20
9 แสดงภาพตัดขวางของเมล็ดทานตะวัน	23
10 ช่องป้อนเมล็ดทานตะวัน	25
11 จานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน	25
12 ชุดห้องกะเทาะเมล็ดทานตะวัน	26
13 ชุดเพิ่มประสิทธิภาพการกะเทาะ	27
14 แผ่นเป่ากระทบเมล็ดทานตะวัน(แบบใช้แรงเหวี่ยงแกนเพลานวนอน)	28
15 ช่องป้อนเมล็ดทานตะวัน	29
16 จานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน	29
17 ชุดห้องกะเทาะเมล็ดทานตะวันภายในและภายนอก	30
18 แผ่นเป่ากระทบเมล็ดทานตะวัน(แบบใช้แรงเหวี่ยงแกนเพลานวนตั้ง)	31
19 การคัดแยกชิ้นส่วนเมล็ดทานตะวันแบบต่างๆ	33
20 ความกว้างของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกและเมล็ดในทานตะวัน	39
21 ความยาวของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกและเมล็ดในทานตะวัน	39
22 ความหนาของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกและเมล็ดในทานตะวัน	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
23 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้ากระทบ เมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	43
24 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	44
25 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	44
26 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	45
27 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	45
28 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	48
29 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	48
30 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	49
31 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	49

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
32 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	50
33 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	53
34 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	53
35 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	54
36 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	54
37 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	55
38 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	58
39 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	58
40 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
41 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง	59
42 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้น น้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง	60
43 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้า กระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	63
44 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็ม เมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง	64
45 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง	64
46 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง	65
47 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้น น้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง	65
48 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้า กระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	68
49 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็ม เมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
50 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง	69
51 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง	69
52 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้น น้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง	70
53 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้า กระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	73
54 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็ม เมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	73
55 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง	74
56 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง	74
57 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้น น้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง	75
58 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้า กระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	78

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
59 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	78
60 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	79
61 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	79
62 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	80

การพัฒนาและเปรียบเทียบเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง

The Development and Comparison of Centrifugal Type Sunflower Seed Hullers

คำนำ

ทานตะวันเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิด ซึ่งมีความต้องการต้องบริโภคเป็นอันดับที่ 3 รองจากถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์ม ประเทศไทยมีความต้องการใช้เมล็ดทานตะวันเพื่อสกัดน้ำมันมากกว่าปีละ 100,000 ตัน แต่สามารถผลิตได้ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการ จึงมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์ทานตะวันรวมมูลค่ามากกว่า 500 ล้านบาทต่อปี โดยแยกเป็นน้ำมันทานตะวันประมาณ 30,000 ตัน กากเมล็ดทานตะวันประมาณ 90,000 ตัน เมล็ดเพื่อขบเคี้ยวประมาณ 1,000 ตัน และเมล็ดพันธุ์ประมาณ 500-1,000 ตัน ประเทศไทยในปี 2544/45 มีพื้นที่ปลูกทานตะวันประมาณ 315,000 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 50,000 ตัน แหล่งปลูกที่สำคัญ เช่น ลพบุรี และสระบุรี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542) เมล็ดทานตะวันมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งมีปริมาณน้ำมันในเมล็ด 28 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันทานตะวันเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ หลายประเภท เช่น ทำเนยเทียม น้ำมันสลัด อุตสาหกรรมแช่ปลาทูน่า น้ำมันขัดเงา น้ำมันหล่อลื่น สี เป็นต้น และสามารถมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น เมล็ดทานตะวันอบน้ำผึ้ง อบเกลือ อบเนย คุณก็ ข้าวเกรียบทานตะวัน เป็นต้น (กองเกษตรสัมพันธ์, 2537)

การกะเทาะเมล็ดเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญในการแปรรูปทานตะวัน จากกลุ่มเกษตรกรที่ทำการเพาะปลูกและแปรรูปเมล็ดทานตะวัน พบว่าการแปรรูปเมล็ดทานตะวันจำหน่ายกะเทาะเมล็ดทานตะวันด้วยแรงงานคนโดยการใช้มือกะเทาะเมล็ดในออกจากเปลือก ซึ่งมีความสามารถในการกะเทาะเมล็ดทานตะวันต่ำ (0.11 กก./วัน-คน) ซึ่งไม่เพียงพอต่อการนำไปแปรรูป ทำให้ต้องซื้อเมล็ดทานตะวันที่กะเทาะเมล็ดแล้วจากพ่อค้าคนกลาง ซึ่งมีราคาสูง ในขณะที่เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกขายในราคา 9 ถึง 12 บาทต่อกิโลกรัม ถ้านำเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก 1 กิโลกรัม มากะเทาะจะมีราคาสูงกว่าขายเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกโดยมีราคาประมาณ 71 ถึง 98 บาทต่อกิโลกรัม และหากนำเมล็ดทานตะวันที่กะเทาะแล้วมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ก็สามารถเพิ่มมูลค่าเมล็ดทานตะวัน และเพิ่มรายได้ให้แก่กลุ่มเกษตรกรที่ทำการแปรรูปมากยิ่งขึ้น (เกียรติสุดา, 2548)

การกะเทาะเมล็ดพืชโดยใช้แรงเหวี่ยงให้เมล็ดกระทบผนังเป้ากระทบก็เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการกะเทาะเมล็ดพืช ดังนั้นหากมีการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะของชุดกะเทาะเมล็ดทานตะวันโดยใช้หลักการกะเทาะแบบแรงเหวี่ยงและหาค่าที่เหมาะสม จึงมีความสำคัญต่อการออกแบบ และพัฒนาการกะเทาะเมล็ดทานตะวันที่เกี่ยวข้องในการแปรรูปเมล็ดทานตะวันต่อไป

วัตถุประสงค์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันแบบใช้หลักการกะเทาะแบบแรงเหวี่ยง โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาดังนี้

1. สร้างเครื่องต้นแบบ เครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง
2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบใช้แรงเหวี่ยง 2 แบบ คือ แบบแกนเพลานวนอน และแบบแกนเพลานวดั้ง
3. ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะต่อการกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบใช้แรงเหวี่ยง 2 แบบ คือ แบบแกนเพลานวนอน และแบบแกนเพลานวดั้ง

ขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษานี้ จะศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง (แกนเพลานวนอนและแกนเพลานวดั้ง) โดยใช้เมล็ดทานตะวันพันธุ์ไพโอเนียร์จัมโบ้ ที่เพาะปลูกในพื้นที่ของเกษตรกรใน อำเภอพระพุทธรบาท จังหวัดสระบุรี โดยการทดสอบจะเน้นที่ชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน โดยปัจจัยที่เลือกทำการศึกษา คือ ชนิดผนังเป้า กระบะเมล็ด อัตราการป้อน และความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน

การตรวจเอกสาร

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทานตะวัน

ทานตะวันเป็นพืชในตระกูลเดียวกับเบญจมาศ คำฝอย ดาวเรือง ทานตะวันจัดอยู่ในประเภทพืชล้มลุกที่มีปลูกกันมากในเขตพื้นที่อบอุ่นซึ่งมีถิ่นกำเนิดมาจากทางด้านตะวันออกของประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา และทางตอนเหนือของประเทศเม็กซิโก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542) การมีชื่อเรียกว่า ทานตะวันเพราะลักษณะการหันของช่อดอกและใบของทานตะวันจะหันไปทางทิศของดวงอาทิตย์เสมอ คือ หันไปทางทิศตะวันออกในตอนเช้า และหันไปทิศตะวันตกในตอนเย็น แต่การหันจะลดน้อยลงเรื่อยๆ หลังจากมีการผสมเกสรแล้วไปจนกระทั่งถึงช่วงดอกแก่ ซึ่งช่อดอกจะหันไปทิศตะวันออกเสมอ

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของทานตะวัน

ทานตะวัน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Helianthus annuus, L.* อยู่ในตระกูล Compositae จัดเป็นพืชล้มลุกและเป็นพืชประเภทพืชฤดูเดียว (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542) ทานตะวันมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1.1 ราก เป็นระบบรากแก้วยังลึกลงไปประมาณ 150-270 เซนติเมตร มีรากแขนงค่อนข้างแข็งแรงขยายไปด้านข้างได้ยาวประมาณ 60-150 เซนติเมตร เพื่อช่วยในการลำเลียงน้ำได้ดี และสามารถเพิ่มความชื้นระดับผิวดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

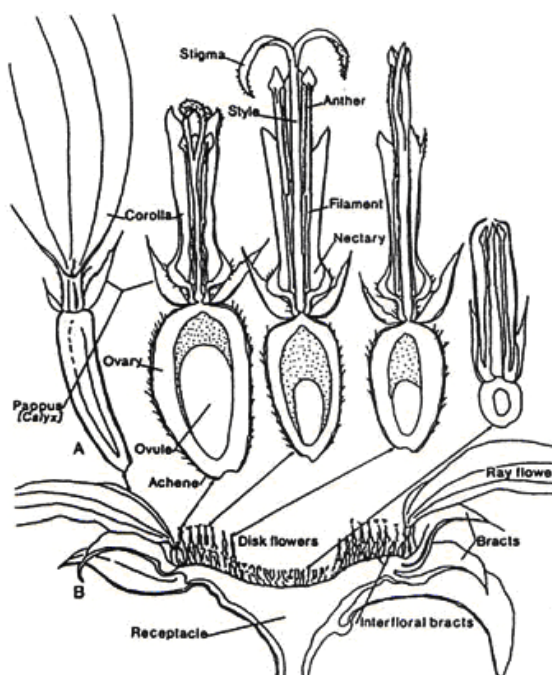
1.2 ลำต้น ของทานตะวันส่วนใหญ่จะไม่มีแขนง ยกเว้นบางพันธุ์อาจมีแขนงแตกออกมาระหว่างต้น ขนาดของลำต้น ความสูง การแตกแขนง ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม ความสูงของต้นทานตะวันจะอยู่ระหว่าง 120-160 เซนติเมตร การโค้งของลำต้นตรงส่วนที่เป็นก้านช่อดอกมีหลายแบบ แบบที่ต้องการคือแบบที่ส่วนโค้งตรงก้านช่อดอกคิดเป็นร้อยละ 15 ของความสูงของลำต้น พันธุ์ที่มีการแตกแขนง อาจมีความยาวของแขนงสูงกว่าลำต้นหลัก แขนงอาจแตกมาจากส่วนโคนหรือยอด หรือตลอดลำต้นก็ได้

1.3 ใบ เป็นในเดี่ยวเกิดตรงกันข้าม หลังจากที่มีใบเกิดแบบตรงกันข้ามอยู่ 5 คู่แล้ว ใบที่เกิดหลังจากนั้นมีลักษณะวน จำนวนในบนต้นอาจมีตั้งแต่ 8-70 ใบ รูปร่างของใบของทานตะวันจะแตกต่างกันตามพันธุ์ สีของใบอาจมีตั้งแต่เขียวอ่อน เขียวและเขียวเข้ม ใบที่เกิดออกมาจากตาอดใหม่ ๆ ก้านใบจะอยู่ในแนวตั้งจนกระทั่งใบมีความยาว 1 เซนติเมตร ปลายยอดจะค่อยๆ โค้งลงจนเมื่อใบแก่แล้วก็จะ โค้งลงมาเป็นรูปตัวยูการสร้างใบจะสร้างใบจะมีมากจนกระทั่งดอกบานหลังจากนั้นการสร้างใบจะลดน้อยลง

1.4 ดอก เป็นรูปจาน เกิดอยู่บนตาอดของลำต้นหลักหรือแขนงลำต้น และทานตะวันจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกอยู่ระหว่าง 6-37 เซนติเมตร ซึ่งขึ้นกับพันธุ์และสภาพแวดล้อม ดอกมีลักษณะเป็นแบบช่อดอก ประกอบด้วยดอกย่อยเป็นจำนวนมาก ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- ดอกย่อยที่อยู่รอบนอกจานดอก เป็นดอกที่ไม่มีเพศ มีกลีบดอกสีเหลืองส้ม
- ดอกย่อยที่อยู่ในจานดอก เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีเกสรตัวผู้ที่พร้อมจะผสมได้ก่อนเกสรตัวเมีย และสายพันธุ์ผสมส่วนใหญ่ ผสมตัวเองน้อยมาก

ในแต่ละจานดอกจะมีดอกย่อยอยู่ประมาณ 700-3,000 ดอก ดังภาพที่ 1 ในพันธุ์ที่ให้น้ำมัน ส่วนพันธุ์อื่นๆ อาจมีดอกย่อยถึง 8,000 ดอก การบานหรือการแก่ของดอกจะเริ่มจากวงรอบนอกของดอกเข้าไปสู่ศูนย์กลางของดอก ดอกบนกิ่งแขนงจะมีขนาดเล็ก แต่ถ้าเป็นแขนงที่แตกออกมาตอนแรกๆ ดอกจะมีขนาดใหญ่เกือบเท่ากับดอกบนลำต้นหลัก ส่วนใหญ่พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้ามักจะเลือกต้นชนิดที่มีดอกเดี่ยว เพื่อความสมบูรณ์ของดอกและให้เมล็ดที่มีคุณภาพดี (ศรีสุดา และพัฒนา, 2537)



ภาพที่ 1 ภาพตัดขวางจานดอกทานตะวัน (A) ดอกย่อยของทานตะวัน (ซ้าย) การพัฒนาของดอกทานตะวันทั้ง 4 ลักษณะ (B) จานดอก

ที่มา : Mc Gregor (1976)

1.5 เมล็ด(ผล) ประกอบด้วยเนื้อใน ซึ่งถูกห่อหุ้มไว้ด้วยเปลือกที่แข็งแรง เมื่อผลสุกส่วนของดอกที่อยู่เหนือรังไข่จะร่วง ผลที่มีขนาดใหญ่จะอยู่รอบนอก ส่วนผลที่อยู่ข้างในใกล้ๆกึ่งกลางจะมีผลเล็กลง

เมล็ดทานตะวัน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- เมล็ดใช้สกัดน้ำมัน จะมีเมล็ดเล็ก สีดำ เปลือกเมล็ดบางให้น้ำมันมาก
- เมล็ดใช้รับประทาน จะมีเมล็ดโตกว่าพวกแรก เปลือกหนาไม่ติดกับเนื้อในเมล็ดเพื่อสะดวกในการกะเทาะแล้วใช้เนื้อในรับประทาน โดยอบหรือปรุงแต่งขนมหวาน หรือทำเป็นแป้งประกอบอาหาร
- เมล็ดใช้เลี้ยงสัตว์ ใช้เมล็ดเป็นอาหารเลี้ยงนก หรือไก่โดยตรงในส่วนนี้จะไม่มีการแปรรูปเมล็ดทานตะวัน

2. แหล่งปลูกที่สำคัญในประเทศไทย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542)

2.1 ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดลพบุรี สระบุรี

2.2 ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ เพชรบูรณ์ อุทัยธานี พะเยา ตาก เชียงราย
เชียงใหม่แพร่ น่าน

2.3 ภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดสระแก้ว ปราจีนบุรี จันทบุรี

2.4 ภาคตะวันตก ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี

2.5 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ศรีสะเกษ หนองบัวลำภู
ขอนแก่น

3. ฤดูปลูก

ทานตะวันเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ในทุกฤดูกาล เพราะเป็นพืชที่ไม่ไวต่อช่วงแสง
อย่างไรก็ตามการปลูกในบางพื้นที่อาจไม่มีความเหมาะสม เช่น ในลุ่มภาคกลาง ในฤดูฝนจะมีน้ำขัง
และเกินไป หรือที่ดินในฤดูแล้งที่ไม่มีน้ำชลประทาน ดังนั้นฤดูที่เหมาะสมที่สุดมีสองฤดู (กอง
เกษตรสัมพันธ์, 2537) คือ

3.1 ปลายฤดูฝน ในสภาพที่เป็นดินร่วนเหนียว ควรปลูกทานตะวันในฤดูฝน คือ ตั้งแต่
เดือนกันยายน-พฤศจิกายน แต่ถ้าสภาพพื้นที่ที่ปลูกเป็นดินร่วนทราย ควรปลูกในเดือนสิงหาคม-
ตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงกลางฤดูฝน

3.2 ฤดูแล้ง ถ้าในแหล่งปลูกนั้นสามารถใช้น้ำจากชลประทานได้ก็สามารถปลูกพืชเสริมได้
โดยปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว เนื่องจากพันธุ์
ลูกผสมนี้ ดอกค่อนข้างใหญ่ เวลาเมล็ดแก่จนดอกจะห้อยลงมาและด้านหลังของจานดอกจะมี
ลักษณะเป็นแอ่งเหมือนกระทะก้นแบน เมื่อฝนตกลงมาน้ำฝนจะขังในแอ่งดังกล่าว จะเกิดให้เกิด

โรคเน่าได้ง่ายมากและทำให้เมล็ดเน่าเสียหาย ดังนั้นจึงควรปลูกในปลายฤดูฝน หรือในฤดูแล้ง และถ้ามีฝนตกน้ำขังในแอ่งของจานดอก ให้เขี่ยดินเพื่อทำให้น้ำไหลออกให้หมด

4. ประโยชน์ที่ได้รับจากทานตะวัน

แต่เดิมทานตะวันเป็นเพียงไม้ดอกไม้ประดับเท่านั้น ต่อมาได้มีการนำเอาเมล็ดทานตะวัน มาสกัดเป็นน้ำมันและนำเมล็ดทานตะวันที่มีขนาดเมล็ดโตมาเป็นของขบเคี้ยว จึงทำให้ทานตะวัน กลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งในประเทศไทย การใช้ประโยชน์จากเมล็ดทานตะวันนั้นมี หลายลักษณะ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542) ดังนี้

4.1 ประโยชน์โดยตรงของเมล็ดทานตะวัน เมล็ดทานตะวันสามารถบริโภคได้โดยตรงโดย ผ่านการทำให้สุกเสียก่อนเมล็ดทานตะวันมีธาตุเหล็กสูงไม่แพ้ธาตุเหล็กจากไข่แดงและตับสัตว์ เมล็ดทานตะวันมีสารอาหารทางด้านโปรตีนมาก

4.2 การนำไปแปรรูปอาหาร เมล็ดทานตะวันสามารถไปแปรรูปได้หลายอย่าง เช่น เต้าเจี้ยว นมถั่วเหลือง ลูกกั เต้าหู้ และยังสามารถนำมาทำเป็นขนมขบเคี้ยว และทำเป็นน้ำมันพืชได้ด้วย โดยมีโปรตีนประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแป้ง

4.3 การนำไปสกัดเป็นน้ำมันพืช เมล็ดทานตะวันเมื่อนำไปสกัดเป็นน้ำมันจะให้น้ำมัน 40 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันที่ได้จะมีสีเหลืองอ่อนและมีรสชาติดี จะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว 63 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์มมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว 52 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (มานิตย์ ทวี กสิกรรม, 2530) จึงนับว่าคุณค่าทางอาหารของน้ำมันพืชจากเมล็ดทานตะวันดีกว่าน้ำมันที่ได้จาก ถั่วเหลือง นอกจากนี้เมล็ดทานตะวันยังใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น เนยเทียม สบู่ อาหารกระป๋อง ครีมนวดผม เป็นต้น

4.4 การนำไปเป็นอาหารสัตว์ เมล็ดทานตะวันสามารถนำไปเป็นอาหารสัตว์ในรูปของกาก เมล็ดซึ่งเหลือจากการสกัดเอาน้ำมันออกแล้วมีโปรตีนอยู่ 42 เปอร์เซ็นต์ มีเส้นใย 12.2 เปอร์เซ็นต์

4.5 ประโยชน์โดยอ้อมของเมล็ดทานตะวัน ปัจจุบันทานตะวันเป็นดอกไม้ประดับที่สวยงามจึงได้รับความนิยมมากด้านการท่องเที่ยว สามารถทำให้เกษตรกรมีรายได้จากการท่องเที่ยวดูไร่ดอกทานตะวัน โดยในช่วงฤดูหนาวของทุกปีจะเป็นช่วงที่ทานตะวันออกดอกและบานจึงเป็นแหล่งท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ

5. การผลิตและการตลาดในประเทศไทย

ทานตะวันถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่สำคัญของโลก ประโยชน์ที่ได้จากทานตะวันมีมากมายที่สำคัญคือ เรื่องของการสกัดเอาน้ำมันจากทานตะวัน น้ำมันทานตะวันเป็นน้ำมันที่มีความสำคัญของโลกรองลงมาจากน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันปาล์ม น้ำมันสกัดได้จากเมล็ดทานตะวันเป็นน้ำมันพืชที่มีคุณภาพสูง เนื่องจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว ประเภท Linoleic acid อยู่ค่อนข้างมากประมาณ 48-68 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้แล้วน้ำมันทานตะวันยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้อีกหลายชนิด เช่น ทำสี น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันขัดเงา ส่วนประกอบของสารฆ่าแมลงเป็นต้น ส่วนกากที่เหลือจากการสกัดน้ำมันก็สามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้อีกด้วย ทานตะวันนั้นนอกจากนำไปสกัดเอาน้ำมันแล้ว ปัจจุบันทานตะวันยังได้รับความนิยมในการนำมาบริโภคโดยตรงเป็นอาหารขบเคี้ยวหรือทำขนม ซึ่งปริมาณเหล่านี้ส่วนมากยังเป็นปริมาณที่นำเข้าจากต่างประเทศ

สำหรับการปลูกทานตะวันในประเทศไทยนั้นได้เริ่มมีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกทานตะวันเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันพืชตั้งแต่ปี 2541/42 มีพื้นที่การปลูกทานตะวันประมาณ 373,200 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 72,000 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542) หรือประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณความต้องการภายในประเทศเท่านั้น ซึ่งปัจจุบันความต้องการในการใช้เมล็ดทานตะวันในโรงงานอุตสาหกรรมมีประมาณ 100,000 ตัน ทำให้ต้องนำเข้าเมล็ดทานตะวันเพื่อใช้ในการอุตสาหกรรมน้ำมันพืช โดยในปี 2541/42 มีการนำเข้าเมล็ดทานตะวันจากต่างประเทศประมาณ 5,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณเกือบ 120 ล้านบาท (กองเกษตรสัมพันธ์, 2537)

5.1 การผลิต

ทานตะวันถือเป็นพืชที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลาย จากความสำคัญโดยเฉพาะในด้านการบริโภคเพื่อสุขภาพ ทำให้พื้นที่ของการปลูกทานตะวันของโลกมีเพิ่มขึ้นมาก คือจากปีละ 80

ล้านไร่ เป็น 130 ล้านไร่ ในช่วง 18 ปี (2523-2541) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศฝรั่งเศสมีพื้นที่การปลูกเพิ่มจาก 736,000 ไร่ เป็นประมาณ 5 ล้านไร่ หรือคิดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นปีละประมาณมากกว่า 2 แสนไร่ ผลผลิตเมล็ดทานตะวันในโลกปี 2542 ได้ประมาณ 26 ล้านตัน แหล่งปลูกที่สำคัญคือ ประเทศรัสเซีย อาเจนตินา อินเดีย สหรัฐอเมริกา โรมาเนีย ฝรั่งเศส และจีน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542) และจากสถิติที่ผ่านมาได้คาดได้ว่า ปริมาณการปลูกและผลิตเมล็ดทานตะวันจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นไปอีกเรื่อยๆ ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการใช้น้ำมันทานตะวันยังมีสูงอยู่ อีกทั้งเมล็ดทานตะวันในปัจจุบันก็ได้รับความนิยมในการนำมาเป็นอาหารขบเคี้ยวมากขึ้น

สำหรับประเทศไทยนั้นได้เริ่มปลูกทานตะวันเป็นการค้ามาตั้งแต่ปี 2531 โดยมีพื้นที่การปลูกประมาณ 7,500 ไร่ และค่อยๆ เพิ่มขึ้นถึงปี 2536 มีพื้นที่ปลูกทานตะวันประมาณ 100,000 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 11,225 ไร่ จากนั้นพื้นที่ที่ใช้ปลูกทานตะวันก็เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปี 2541 มีพื้นที่ปลูก 373,200 ไร่ ได้ผลผลิต 67,176 ตัน พื้นที่ผลิตส่วนใหญ่เป็นแหล่งเดียวกับพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากการปลูกทานตะวันของไทย มักปลูกเป็นพืชรองตามข้าวโพด จังหวัดที่ปลูกมาก คือ ลพบุรี นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ สระบุรี สระแก้ว และนครราชสีมา

การเก็บเกี่ยวและการนวดทานตะวันของเกษตรกร ส่วนมากแล้วเกษตรกรจะใช้วิธีเก็บเกี่ยวแบบง่ายๆ โดยอาศัยเครื่องมือที่มีอยู่ทั่วไป ซึ่งอาจจะใช้เกี่ยวหรือกรรไกรตัดแต่งกิ่งต้นไม้เหล่านี้เป็นต้น เกษตรกรที่ปลูกทานตะวันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะทยอยเก็บเกี่ยวและนวดในลักษณะที่ดอกทานตะวันค่อนข้างสดเกษตรกรในเขต อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดขอนแก่น จะเก็บเกี่ยวและนวดให้เสร็จเฉพาะส่วนที่เก็บเกี่ยวในวันนั้นๆ ดอกทานตะวันที่นำมานวดมีความชื้นเมล็ดและความชื้นวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ดหรือจานดอกอยู่ระหว่าง 20-35 และ 70-85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สมนึก ชูศิลป์ และคณะ, 2544) ในการนวดนั้นเกษตรกรจะใช้ท่อนไม้หรือวัสดุที่มีความแข็งแรงดีลงไปที่ดอกทานตะวัน โดยใช้มือข้างหนึ่งจับดอกเอาไว้และหมุนดอกไปเรื่อยๆ ในระหว่างที่ดี เพื่อให้ตำแหน่งที่ถูกตีเปลี่ยนไปเรื่อยๆ จนกระทั่งทั่วดอก หรือบางครั้งอาจจะนำดอกทานตะวันวางบนพื้นที่เป็นวัสดุแข็งจากนั้นก็ทำการตีดอกทานตะวันโดยรอบให้เมล็ดหลุดออกมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในการฟาดตีดอกทานตะวันเกษตรกรจะใช้ดาบพลาสติกกรองรับเพื่อกันกระเด็นของเมล็ด ลดความสูญเสีย และทำให้เก็บรวบรวมกระทำได้ง่ายแต่เมล็ดทานตะวันที่ได้จะมีสิ่งเจือปนมาก เมล็ดทานตะวันที่จากการนวดจะถูกนำไปตากแดดเพื่อลดความชื้นต่อจากนั้นก็จะถูกนำไปทำความสะอาดโดยใช้กระด้งฟัด การนวดทานตะวันโดยใช้ไม้หรือของแข็งฟาดจะได้เมล็ดทานตะวัน 20-35 กิโลกรัม/คน-วัน (สมนึก ชูศิลป์ และคณะ, 2544) ในกรณีของการนวดทานตะวันแห้ง เกษตรกร

จะนำทานตะวันที่จะนวดใส่ลงไปในการสอบจากนั้นก็จะมีหรือของแข็งดีโดยทั่วกระสอบจนมั่นใจว่าเมล็ดหลุดออกจากจานดอกมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ จากนั้นก็จะนำเอาเมล็ดที่ได้จากการนวดมาทำความสะอาด นอกจากวิธีนวดทานตะวันที่ได้กล่าวมาแล้วยังมีวิธีการนวดทานตะวันอีกแบบหนึ่งก็คือใช้เครื่องนวด ซึ่งเครื่องที่ใช้นวดนั้นส่วนมากแล้วจะเป็นเครื่องนวดที่ใช้นวดเมล็ดของพืชชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่ทานตะวัน เช่น เครื่องนวดถั่วเหลือง เครื่องนวดข้าวฟ่าง หรือเครื่องนวดข้าวโพด เหล่านี้เป็นต้น ซึ่งเครื่องนวดเหล่านี้เมื่อนำมาใช้นวดทานตะวัน ประสิทธิภาพในการนวดของเครื่องจะต่ำลงทำให้ผลผลิตที่ได้จากการนวดก็จะต่ำตามไปด้วย

5.2 ปัญหาด้านการผลิต

- ต้นทุนการผลิตยังสูงเมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมจำกัด ต้นทุนสำคัญคือ ค่าเตรียมดิน และค่าเมล็ดพันธุ์ แนวทางแก้ไข คือ หาวิธีปลูกโดยไม่ต้องเตรียมดิน และหาเมล็ดพันธุ์ที่มีราคาถูกที่ให้ผลผลิตใกล้เคียง เช่น พันธุ์ผสมเปิด

- ผลผลิตต่ำเพราะสภาพแวดล้อมจำกัด แนวทางแก้ไข คือ หาช่วงปลูก วิธีปลูกและการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม เพื่อสร้างผลผลิตได้เต็มที่ ได้มีการนำเข้าเมล็ดทานตะวันจากต่างประเทศเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ (ตารางที่ 1)

5.3 ปัญหาการตลาด

เกี่ยวกับกลไกการตลาดนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการร่วมมือกันกำหนดแนวทางการตลาดให้เหมาะสมมีผลประโยชน์ที่ดีร่วมกันทุกฝ่าย

ตารางที่ 1 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าเมล็ดทานตะวัน

เดือน	ปี 2544		ปี 2545		ปี 2546	
	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
มกราคม	112	1.59	1,270	13.48	283	3.12
กุมภาพันธ์	198	2.61	565	5.60	307	3.42
มีนาคม	212	1.79	304	4.03	114	1.99
เมษายน	317	2.52	236	3.35	84	1.37
พฤษภาคม	190	2.31	254	3.55	232	3.11
มิถุนายน	467	32.80	27	0.61	762	40.42
กรกฎาคม	649	10.88	225	21.19	651	33.24
สิงหาคม	528	5.62	35	2.23	244	2.80
กันยายน	181	5.32	76	1.25	186	7.03
ตุลาคม	365	3.52	120	1.29	212	3.09
พฤศจิกายน	785	6.68	151	1.91	628	6.27
ธันวาคม	859	8.19	279	3.14	1,069	10.68

6. พันธุ์ทานตะวันที่นิยมปลูก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543)

6.1 พันธุ์ทานตะวันสำหรับใช้สกัดน้ำมัน

6.1.1 พันธุ์เชิงใหม่ 1 เป็นพันธุ์ผสมเปิด (พันธุ์สังเคราะห์) ที่พัฒนาขึ้นในประเทศ เปอร์เซียตติคเมล็ด 90 เปอร์เซียตติ อายุดอกบาน 58 วัน อายุเก็บเกี่ยว 100 วัน เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก 15 เซนติเมตร ผลผลิต 203 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 48 กรัม เมล็ดสีดำ น้ำมันในเมล็ด 35 เปอร์เซียตติ

6.1.2 แปซิฟิก 33 เป็นพันธุ์ลูกผสม นำเข้าจากต่างประเทศ มีความสามารถในการผสมตัวเองเปอร์เซียตติคเมล็ด 96 เปอร์เซียตติ อายุดอกบาน 58 วัน อายุเก็บเกี่ยว 92 วัน เส้นผ่าน

ศูนย์กลางจานดอก 13 เซนติเมตร ผลผลิต 218 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 49 กรัม เมล็ดสี
ดำลายเทา น้ำมันในเมล็ด 39 เปอร์เซ็นต์

6.2 พันธุ์สำหรับใช้ขบเคี้ยว

6.2.1 พันธุ์แม่สาย เป็นพันธุ์ผสมเปิด อายุดอกบาน 64 วัน ขนาดจานดอกค่อนข้าง
ใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลาง 19 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยว 107 วัน ให้ผลผลิตดีที่สุดในเขตภาคเหนือ 309
กิโลกรัมต่อไร่ มีขนาดเมล็ดค่อนข้างใหญ่ ขนาดเมล็ดหลังการกะเทาะ กว้าง×ยาว×หนา เท่ากับ
1.3×0.5×0.2 เซนติเมตร น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 112 กรัม น้ำมันในเมล็ดค่อนข้างต่ำ 33 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 แหล่งปลูกทานตะวันในประเทศไทย ปี 2543 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543)

จังหวัด	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ผลรวม (ตัน)
ลพบุรี	180,000	150	27,000
สระบุรี	55,900	175	9,782
นครราชสีมา	1,270	128	162
สระแก้ว	20,000	150	3,000
นครสวรรค์	79,302	160	12,688
เพชรบูรณ์	54,180	160	8,668
กาญจนบุรี	1,620	175	283
พะเยา	700	150	105
เชียงใหม่	510	115	58
สุพรรณบุรี	4,015	176	706
รวม	397,497	154	62,452

7. คุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของเมล็ดทานตะวัน

Gupta and Das (1996) ได้ทำการศึกษาค้นสมบัติทางกายภาพของเมล็ดทานตะวัน โดยได้
ทำการศึกษามิติของทานตะวันและเมล็ดที่กะเทาะเปลือกแล้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความชื้น
ต่างๆ ความหนาแน่นมวล ความหนาแน่นจริง ความเร็วปลายสุดท้าย สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

สถิต และมุมคงสภาพของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกและกะเทาะเปลือก ซึ่งตัวแปรต่างๆ เหล่านี้เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการออกแบบเครื่องมือและการกะเทาะเมล็ดทานตะวัน

Gupta and Das (1996) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดทานตะวัน โดยทำการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การเคลื่อนที่ของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกและเมล็ดที่กะเทาะแล้ว บนพื้นผิว 6 ชนิด และความชื้นเมล็ดทานตะวัน 5 ระดับ โดยความชื้นที่ทำการศึกษายู่ระหว่าง 4 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก การศึกษารังนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ บนพื้นผิวต่างๆ จากการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ของเมล็ดทานตะวันเมื่อถูกกะเทาะเปลือกแล้วจะมีค่ามากกว่าเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก โดยพบว่าพื้นยางจะมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์สูงสุดตามด้วย พื้นไม้ เหล็กอ่อน เหล็กชุบสังกะสี อลูมิเนียมและสแตนเลส

Sudajan, Salokhe and Triratanasirichai (2001) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดและดอกทานตะวันเพื่อนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบส่วนประกอบหลักของเครื่องนวดทานตะวัน โดยทำการศึกษามะล็ดทานตะวัน 3 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์แปซิฟิก 33 (ไฮชัน 33) พันธุ์ไฟโอเนียร์จัมโบ้ และพันธุ์คาร์กิล 3322 ที่นิยมปลูกในจังหวัดสระบุรี ผลการศึกษาพบว่า ที่ความชื้นเมล็ดทานตะวัน 5.65 ถึง 28.82, 6.22 ถึง 16.60, และ 6.56 ถึง 26.07 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ของเมล็ดทานตะวันทั้ง 3 พันธุ์ โดยทำการศึกษานาดความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ดทานตะวันทั้ง 3 พันธุ์ พบว่ามีค่าความกว้าง ความยาว และความหนา ของเมล็ดทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 33 เฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.7 ถึง 6.1, 10.9 ถึง 11.20, 3.6 ถึง 3.9 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมล็ดทานตะวันพันธุ์ไฟโอเนียร์จัมโบ้ เฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.0 ถึง 6.4, 11.3 ถึง 11.7, 4.0 ถึง 4.4 มิลลิเมตรตามลำดับ และเมล็ดทานตะวันพันธุ์คาร์กิล 3322 เฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.5 ถึง 5.6, 10.5 ถึง 10.7, 3.6 ถึง 3.7 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเมล็ดทานตะวันพันธุ์ไฟโอเนียร์จัมโบ้ มีขนาดเมล็ดเฉลี่ยสูงสุด และผลการศึกษาความหนาแน่นของเมล็ดทานตะวันทั้ง 3 พันธุ์ พบว่าเมล็ดทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 33 มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด โดยในช่วง 419.4 ถึง 353.3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และการศึกษาน้ำหนักเมล็ดทานตะวันต่อ 1,000 เมล็ด ของทานตะวันพันธุ์ไฟโอเนียร์จัมโบ้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วง 90.9 ถึง 167.5 กรัม และการศึกษาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของเมล็ดทานตะวันทั้ง 3 พันธุ์ที่พื้นยางและเหล็ก พบว่าค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเฉลี่ยบนพื้นเหล็กมีค่าสูงกว่าบนพื้นยาง โดยเมล็ดทานตะวันพันธุ์คาร์กิล 3322 เมื่อทดสอบบนพื้นยางจะมีค่าสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.60 ถึง 0.70 ผลการศึกษามุมคงสภาพของเมล็ดทั้ง 3 พันธุ์ ของเมล็ด

ทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 33 มีค่ามูมคงสภาพกองของเมล็ดสูงกว่า 2 พันธุ์ โดยพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 29 ถึง 40.87 องศา จากผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดทานตะวันทั้ง 3 พันธุ์ดังกล่าว สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบเครื่องจักรและกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้

อารีย์ (2547) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 33 โดยทำการศึกษาขนาดมิติต่างๆ ของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกและเนื้อในเมล็ด ความชื้นต่างๆ ความเร็วปลาย มูมคงสภาพกองวัสดุ ความแข็งของเมล็ด ความหนาแน่นมวล และมูมเสียดทาน

เกียรติสุดา (2548) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 33 โดยทำการศึกษาขนาดมิติต่างๆ ของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกและเนื้อในเมล็ด สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตของเมล็ด บนพื้นยาง พื้นโลหะ และพื้นไม้ ค่าความหนาแน่นของเมล็ดทานตะวัน มูมคงสภาพกองวัสดุ อัตราส่วนของเมล็ดทานตะวันที่จะทะลุเปลือกแล้วต่อน้ำหนักเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก

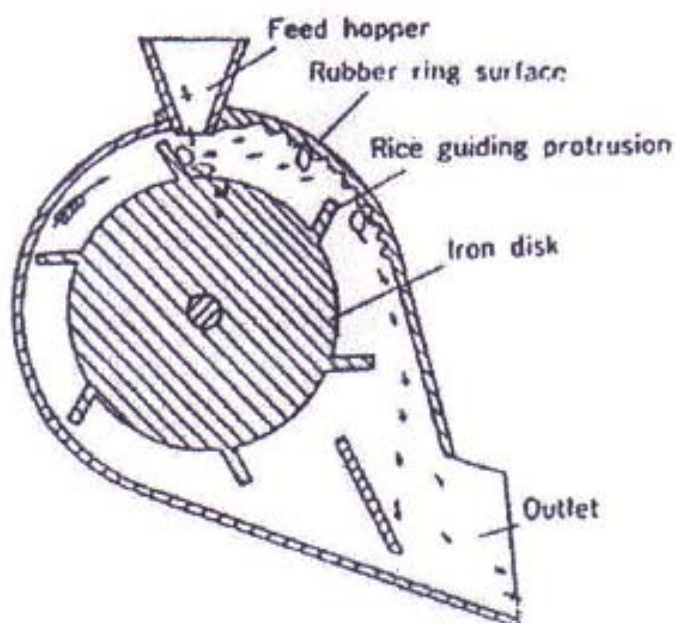
การกะเทาะเปลือก

อารีย์ (2547) วัตถุประสงค์ของเครื่องกะเทาะเปลือกก็เพื่อที่จะนำเอาเปลือกหรือแกลบที่ห่อหุ้มเมล็ดออกและให้เกิดการแตกหักเสียหายน้อยที่สุด แต่ความเสียหายเนื่องจากการแตกหักเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเที่ยงตรงในการสร้างเครื่องจักรและการควบคุมปัจจัยอย่างอื่นเกี่ยวกับตัวเมล็ดของวัสดุที่จะนำมากะเทาะ เช่น ความชื้น สำหรับการกะเทาะเปลือกตามที่มีผู้วิจัยได้ทำการศึกษา มา วิธีการกะเทาะเปลือกที่นิยมกันอยู่มีอยู่ 3 วิธีดังต่อไปนี้

1. เครื่องกะเทาะแบบใช้แรงเหวี่ยง

อารีย์ (2547) กล่าวถึงการประดิษฐ์เครื่องกะเทาะแบบแรงเหวี่ยง เพื่อใช้ในการกะเทาะข้าว จากการศึกษาของ Ritsuya Yamashita ในช่วงปี ค.ศ.1980 เครื่องกะเทาะเปลือกแบบนี้จะใช้จานเหล็กที่มีครีบบนออกมาเพื่อใช้การเหวี่ยงเมล็ดที่ไหลลงมาจาก Hopper จานเหล็กซึ่งหมุนด้วยความเร็วสูงจะเหวี่ยงเมล็ดไปกระทบกับวงยางโดยรอบแล้วจะถูกพัดออกมาตรงทางออก จากการศึกษาพบว่า เครื่องกะเทาะแบบใช้แรงเหวี่ยงสามารถรักษาระดับประสิทธิภาพในการกะเทาะได้

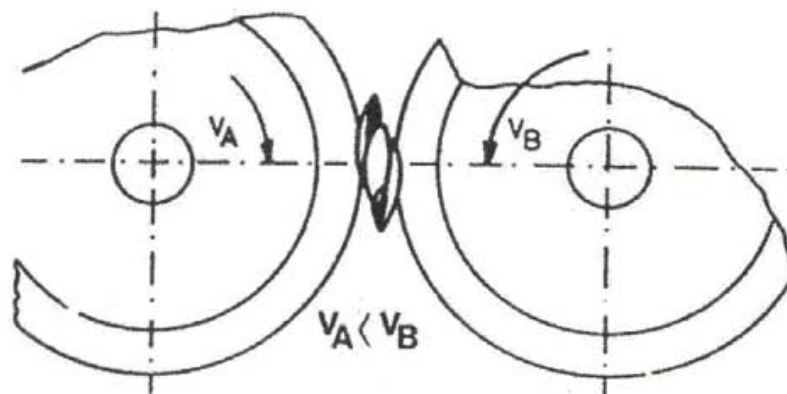
คงที่ ที่ระดับความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกต่างๆ ซึ่งต่างจากเครื่องกะเทาะแบบลูกกลิ้งยางที่มีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับค่าความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบต่างๆ และลักษณะการทำงานของเครื่องกะเทาะแบบแรงเหวี่ยง

2. เครื่องกะเทาะแบบลูกกลิ้งยาง

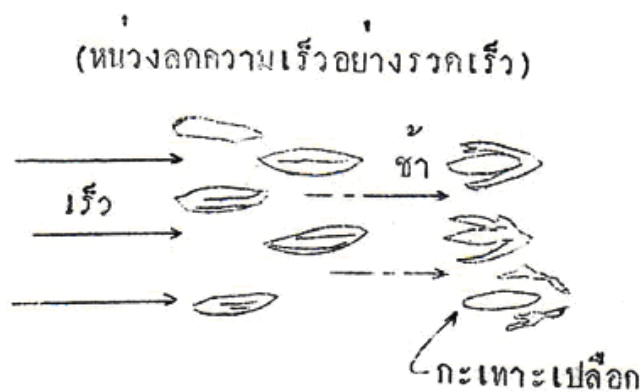
James(1983) ได้กล่าวถึงหลักการของการกะเทาะการอาศัยความแตกต่างความความเร็วระหว่างลูกกลิ้งยางสองลูก โดยการหมุนในทิศตรงกันข้าม เมื่อเมล็ดตกลงมาอยู่ระหว่างลูกกลิ้งยางทั้งสองจะตกอยู่ภายใต้การกดอัดเนื่องจากความเร็วที่ต่างกันของลูกกลิ้งยางทั้งสองจึงเกิดแรงเฉือนทำให้เปลือกหลุด ดังภาพที่ 3 วิธีนี้สามารถปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองได้เหมาะสมกับขนาดเมล็ดที่ต้องการกะเทาะได้



ภาพที่ 3 ลักษณะการทำงานของเครื่องกะเทาะแบบลูกกลิ้งยาง

3. เครื่องกะเทาะโดยอาศัยหลักการผลต่างความเร็วลม

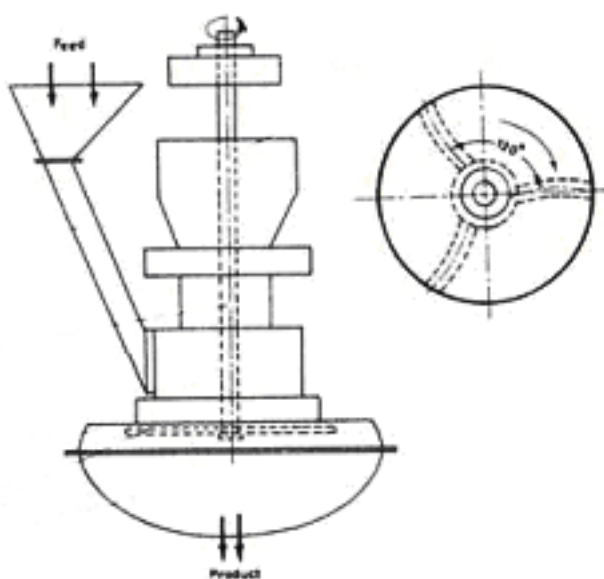
ประพันธ์ (2530) ได้กล่าวถึงการใช้หลักการผลต่างของความเร็วลม ดังรูปที่ 4 ซึ่งข้าวเปลือกจะวิ่งมาด้วยความเร็วสูงพร้อมลมความเร็วสูง และถูกหน่วยลดความเร็วลมลงอย่างรวดเร็ว ผลที่ได้คือ ผลต่างของความดันซึ่งจะเป็นตัวที่ทำให้เปลือกข้าวกะเทาะออก หลักการนี้เป็นหลักการที่คิดค้นขึ้นมาใหม่ มีข้อดี คือ เมล็ดข้าวไม่ได้รับอันตราย(แตกหัก) เลย การสร้างเครื่องต้องใช้เทคโนโลยีในการออกแบบสร้างสูง และหลักการค่อนข้างยุ่งยากต่อการเข้าใจ



ภาพที่ 4 หลักการทำงานของเครื่องกะเทาะเปลือกโดยใช้ผลต่างความเร็วลม

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการกะเทาะเมล็ดทานตะวัน

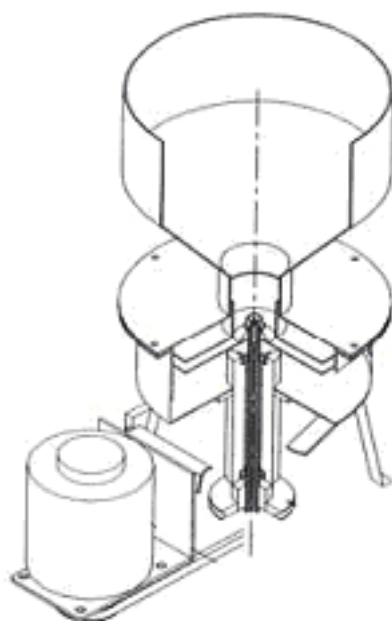
Gupta and Das (1999) ได้ทำการศึกษาการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันแบบใช้แรงเหวี่ยง โดยจานเหวี่ยงกะเทาะเปลือกมีครีบริบเหวี่ยง 3 ครีบริบ โดยวางทำมุมกัน 120 องศา ใช้มอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟสหรือประมาณ 0.75 กิโลวัตต์ โดยศึกษาระดับความชื้น 4-14 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ความเร็วของจานกะเทาะ 34-54 เมตรต่อวินาทีและมีอัตราการป้อน 20-200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จากการทดสอบพบว่า จุดที่มีการกะเทาะสูงสุดมีความเร็วของจานกะเทาะ 40.7-44.5 เมตรต่อวินาที และอัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ความชื้นเมล็ด 5.3-8.0 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก โดยได้จุดทำงานที่เหมาะสมที่สุด คือ เปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุด 69-77 เปอร์เซ็นต์ และมีเนื้อในที่แตกละเอียด 4.0-6.0 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 5 รายละเอียดของเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันของ Gupta, R.K. and Das, S.K.

อารีย์ (2547) ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันแบบใช้แรงเหวี่ยงโดยออกแบบใช้ชุดกะเทาะเป็นทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร หนา 3 มิลลิเมตร มีแผ่นรองกระแทกติดไว้โดยรอบ จานกะเทาะเป็นเหล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 เซนติเมตร หนา 5 มิลลิเมตร ใช้มอเตอร์ 0.25 แรงม้า มีอัตราการทำงาน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ได้จุดทำงานที่เหมาะสมที่สุด คือ เปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดที่ 65.16 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในเต็ม

58.14 เปอร์เซ็นต์ และมีเนื้อในแตกหัก 12.65 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เมล็ดทานตะวันที่มีความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก และความเร็วรอบในการกะเทาะที่ 2,250 รอบต่อนาที



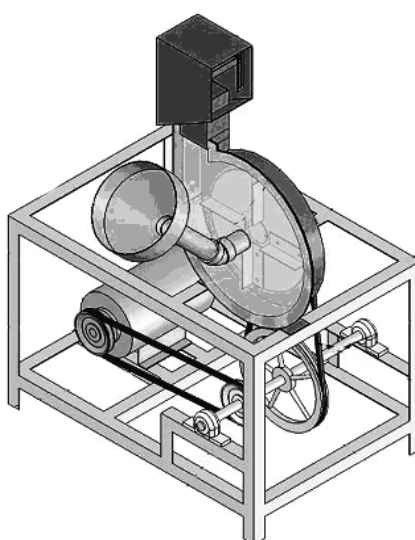
ภาพที่ 6 รายละเอียดเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันของ อารีย์ ทิมินกุล

เกียรติสุดา (2548) ได้ศึกษาผลของปัจจัยที่มีต่อสมรรถนะของชุดกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงและทดสอบประเมินสมรรถนะของชุดทดสอบการกะเทาะ พบว่า พื้นกระทบเป็นเหล็ก ที่ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ 1,933 รอบต่อนาที อัตราการป้อนเมล็ด 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยใช้เมล็ดทานตะวันที่มีความชื้น 5.80 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก โดยได้จุดทำงานที่เหมาะสมที่สุด คือ เปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดที่ 60.68 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์รวมระหว่างเมล็ดเต็มกับเมล็ดแตกหักเล็กน้อย 52.60 เปอร์เซ็นต์และมีเมล็ดแตกชิ้นเล็กชิ้นน้อยอยู่ระหว่าง 25.78-27.81 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 7 เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันของ เกียรติสุดา สุวรรณปา

นเรนทร (2550) ได้ออกและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน เพื่อศึกษาผลของปัจจัยที่มีต่อสมรรถนะของชุดกะเทาะเปลือกแบบใช้แรงเหวี่ยง พบว่า ระยะห่างเป้ากระทบที่เหมาะสมอยู่ที่ระยะ 6 เซนติเมตร เมล็ดทานตะวันที่ใช้ในการกะเทาะควรมีความชื้นเมล็ดอยู่ระหว่าง 6.75-9.94 เปอร์เซ็นต์ โดยอัตราการป้อนเมล็ดที่ใช้ควรอยู่ในช่วง 50-80 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และใช้ผนังเป้ากระทบเป็นพื้นเหล็ก เปอร์เซ็นต์กะเทาะที่ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นพื้นเหล็กเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะได้เต็มเมล็ดลดลง เมื่อความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดเพิ่มขึ้น โดยความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 1,789-1,949 รอบต่อนาที



ภาพที่ 8 รายละเอียดเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันของ นเรนทร บุญส่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้การทดลองมีรายการดังนี้

1. เครื่องกะเพาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวนอน
2. เครื่องกะเพาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวนตั้ง
3. เครื่องทำความสะอาดสิ่งเจือปน
4. เครื่องปรับความเร็วความถี่ (Inverter) : TOSHIBA รุ่น VF-S9
5. เครื่องวัดความเร็วรอบ (Digital Tachometer) : YOKOGAWA รุ่น TM-300
6. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล : Precisa รุ่น 6200 CSCS
7. เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Veriner caliper)
8. มอเตอร์ไฟฟ้า : MITSUBISHI รุ่น SF-JR ขนาด 5 แรงม้า
9. ตู้อบแห้ง (Drying Oven)
10. เมล็ดทานตะวันพันธุ์ไพโอเนียร์จัมโบ้ จากอำเภอพระพุทธรบาท จังหวัดสระบุรี
11. ภาชนะรองรับเมล็ดทานตะวัน
12. ถังพลาสติกบรรจุเมล็ดทานตะวัน

วิธีการ

เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันจึงได้ดำเนินการศึกษาแยกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การศึกษาคุณภาพเมล็ดทานตะวันที่ใช้สำหรับทดสอบเบื้องต้น การศึกษาการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันด้วยเครื่องกะเทาะแบบแรงเหวี่ยง และการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1. การศึกษาคุณภาพเมล็ดทานตะวันที่ใช้สำหรับทดสอบเบื้องต้น

การศึกษาคุณภาพเมล็ดทานตะวันที่ใช้สำหรับทดสอบเบื้องต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดทานตะวัน ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้น ขนาด ส่วนประกอบต่างๆ ของเมล็ดทานตะวัน โดยเมล็ดทานตะวันที่นำมาการศึกษาเป็นเมล็ดทานตะวันพันธุ์ไพโอเนียร์ จัมโบ้ จากอำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี เก็บเกี่ยวฤดูการปลูกปี 2550/2551 จำนวนประมาณ 1,000 กิโลกรัม โดยเมล็ดทานตะวันที่ปลูกในแปลงเดียวกันใช้วิธีการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องนวดข้าวโพดที่นำมาดัดแปลงใช้นวดทานตะวัน จากนั้นบรรจุในกระสอบป่านประมาณกระสอบละ 80 กิโลกรัม แล้วเย็บปากกระสอบ ก่อนนำไปเก็บรักษา ณ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งการศึกษาคุณภาพเมล็ดทานตะวันมีดังนี้

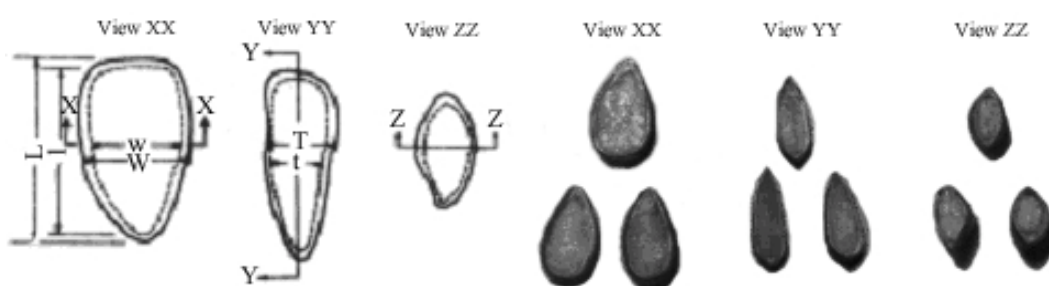
1.1 ศึกษาการหาความชื้นของเมล็ดทานตะวัน ทำการทดสอบโดยสุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดทานตะวันแล้วแบ่งเมล็ดทานตะวันที่สุ่มได้ออกเป็น 5 ซ้ำๆ ละ 100 กรัม ใส่ในภาชนะนำเข้าในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง (United Nations Industrial Development Organization [UNIDO], 1995) จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักแห้งของเมล็ดทานตะวัน แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น (ฐานเปียก) จากสมการที่ (1)

$$MC_{wd} = \frac{(W_w - W_d)}{W_w} \times 100 \quad \dots(1)$$

โดยที่ MC_{wd} คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียก
 W_w คือ น้ำหนักเปียก
 W_d คือ น้ำหนักแห้ง

1.2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพเมล็ดทานตะวัน ได้ทำการศึกษา ขนาดของเมล็ดทานตะวัน น้ำหนักเมล็ดทานตะวัน น้ำหนักเนื้อในเมล็ดทานตะวัน โดยมีขั้นตอนดำเนินการศึกษาดังนี้

1.2.1 สุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดทานตะวันจำนวน 500 เมล็ด แล้ววัดขนาดทั้งสามด้าน คือ ความกว้าง ความยาว และความหนา ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ จากนั้นนำมาแกะเปลือกออกด้วยมือ แยกที่แกะออกเป็นส่วนต่างๆดังนี้ คือ ส่วนของเปลือก และส่วนของเนื้อใน ทำการวัดขนาดเนื้อในเมล็ดที่แกะออกมา ได้แก่ ความกว้าง ความยาว และความหนา ภาพที่ 9 (ก) แสดงลักษณะมิติของขนาด ความกว้าง (W,w) ความยาว (L,l) ความหนา (T,t) ของเมล็ดทานตะวันโดยเส้นปะจะแทนขนาดของเนื้อในเมล็ดทานตะวัน ภาพที่ 9 (ข) เมล็ดทานตะวันผ่าตามแนวแกน



ภาพที่ 9 ภาพตัดขวางของเมล็ดทานตะวัน (ก) ภาพลายเส้นเมล็ด (ข) เมล็ดทานตะวัน

1.2.2 สุ่มทานตะวันตัวอย่างละ 50 กรัม นำมาแกะเปลือกออกด้วยมือ แยกที่แกะออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้คือ ส่วนของเปลือก และส่วนของเนื้อใน จากนั้นชั่งน้ำหนักในแต่ละส่วนที่แยกออกมาจำนวน 5 ตัวอย่าง

2. การกำหนดเกณฑ์และรายละเอียดในการออกแบบ

2.1 เกณฑ์ในการออกแบบ

2.1.1 ใช้หลักการกะเพาะเปลือกเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง

2.1.2 ช่องป้อนสามารถทำการป้อนได้อย่างอิสระ

2.1.3 สามารถถอดชิ้นส่วนหลักๆได้ง่าย เพื่อใช้ในการทดสอบปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกะเพาะเปลือก

2.1.4 สามารถปรับความเร็วรอบได้

2.1.5 สามารถเห็นกระบวนการที่เกิดจากการกะเพาะแบบแรงเหวี่ยงได้

2.2 การออกแบบสร้างเครื่องกะเพาะเมล็ดทานตะวันแบบใช้แรงเหวี่ยงแกนเพลานวนอน

ในการออกแบบและสร้างเครื่องกะเพาะเปลือกเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวนอนสามารถสรุปได้ดังนี้

2.2.1 ช่องป้อนเมล็ด ทำจากเหล็กแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร ช่องด้านบนมีขนาดความกว้าง 27 เซนติเมตร ยาว 43 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ส่วนช่องด้านล่างมีขนาดความกว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 6 เซนติเมตร โดยความสูงของช่องป้อนระหว่างช่องด้านบนกับช่องด้านล่าง 30 เซนติเมตร ทำมุมลาดเอียงประมาณ 50 องศา ดังภาพที่ 10



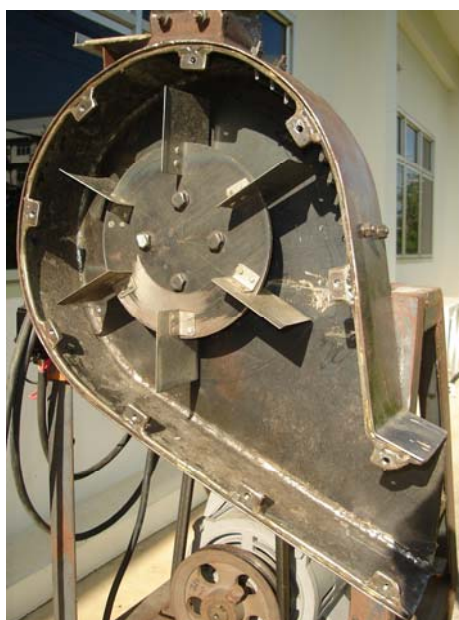
ภาพที่ 10 ช่องป้อนเมล็ดทานตะวัน

2.2.2 งานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 เซนติเมตร หนา 5 มิลลิเมตร โดยมีครีป 6 ครีป ทำจากสแตนเลสขนาดความกว้าง 7.5 เซนติเมตร ยาว 7.5 เซนติเมตร ติดทำมุมซึ่งกันและกัน 60 องศา ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 งานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน

2.2.3 ชุดห้องกะเทาะ ทำจากเหล็กแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร กว้าง 36.5 เซนติเมตร ยาว 46 เซนติเมตร หนา 9 เซนติเมตร โดยเปิดช่องทางออกกว้าง 14 เซนติเมตร ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ชุดห้องกะเทาะเมล็ดทานตะวัน

2.2.4 ชุดเพิ่มประสิทธิภาพการกะเทาะเปลือก หลักการทำงานจะอาศัยแรงเหวี่ยงจากจานเหวี่ยง โดยเมล็ดจะเคลื่อนที่เข้ามากระทบกับเป้าที่เตรียมไว้ ออกแบบเป็นแผงเป้ากระทบวางเรียงตัวกันเป็นแนวตั้งติดทางด้านในชุดกะเทาะเมล็ดทานตะวัน โดยมีระยะห่างกัน 1 เซนติเมตร ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ชุดเพิ่มประสิทธิภาพการเกาะเกาะ

2.2.5 แผ่นเป่ากระทบเมล็ด เลือกใช้วัสดุ 3 ชนิดที่มีลักษณะแตกต่างกันทางกายภาพ โดยพิจารณาถึงความแข็งและความอ่อนนุ่มของวัสดุ โดยใช้วัสดุดังนี้

1. เหล็ก เป็นวัสดุที่มีความแข็ง เมื่อเปรียบกับวัสดุต่างๆ หาได้ง่าย ทนต่อความร้อนได้สูง ทนต่อการกัดกร่อนของกรดและด่างได้
2. สายพานผ้าใบ เป็นวัสดุที่ความแข็งแต่น้อยกว่าเหล็ก และมีความยืดหยุ่น อ่อนนุ่มกว่าเหล็ก
3. แผ่นยางสังเคราะห์ เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นได้ อ่อนนุ่มกว่าสายพานผ้าใบ และเหล็ก



ภาพที่ 14 แผ่นเป่ากระทบเมล็ดทานตะวัน(แบบใช้แรงเหวี่ยงแกนเพลานวนอน)

2.2.6 ระบบส่งกำลัง ทดรอบโดยใช้พูลเลย์และสายพานผ้าใบ โดยมีมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง และปรับระดับความเร็วรอบด้วย Inverter

2.3 การออกแบบสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันแบบใช้แรงเหวี่ยงแกนเพลานอน

ในการออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานอนสามารถสรุปได้ดังนี้

2.3.1 ช่องป้อนเมล็ด ทำจากเหล็กแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร ช่องด้านบนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร ส่วนช่องด้านล่างมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร โดยความสูงของช่องทางป้อนระหว่างช่องด้านบนกับช่องด้านล่าง 23 เซนติเมตร ทำมุมลาดเอียงประมาณ 45 องศา ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ช่องป้อนเมล็ดทานตะวัน

2.3.2 จานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน โดยมีแผ่นบนทำจากเหล็กแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร เจาะรูกลางแผ่นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ประกบกับเหล็กตัวซีขนาดความกว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร สูง 4.5 เซนติเมตร หนา 3 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชิ้น วางทำมุมซึ่งกันและกัน 90 องศา ส่วนแผ่นล่างทำจากเหล็กแผ่นหนา 5 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 จานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน

2.3.3 ชุดห้องกะเทาะ ทำจากเหล็กแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร สูง 22 เซนติเมตร โดยเปิดช่องทางออกเป็นทรงกรวยเฉียงศูนย์กลางกว้าง 8 เซนติเมตร ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ชุดห้องกะเทาะเมล็ดทานตะวันภายในและภายนอก

2.3.4 ชุดเพิ่มประสิทธิภาพการกะเทาะเปลือก หลักการทำงานจะอาศัยแรงเหวี่ยงจากจานเหวี่ยง โดยเมล็ดจะเคลื่อนที่เข้ามาในตำแหน่งจุดศูนย์กลางของจานเหวี่ยงที่หมุนด้วยความเร็วสูง ส่งผลให้เมล็ดเคลื่อนออกจากศูนย์กลางไปกระทบกับเป่าผนังภายในห้องกะเทาะที่เตรียมไว้

2.3.5 แผ่นเป่ากระทบเมล็ด เลือกใช้วัสดุ 3 ชนิดที่มีลักษณะแตกต่างกันทางกายภาพ โดยพิจารณาถึงความแข็งและความอ่อนนุ่มของวัสดุ โดยใช้วัสดุดังนี้

1. เหล็ก เป็นวัสดุที่มีความแข็ง เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุต่างๆ หาได้ง่าย ทนต่อความร้อนได้สูง ทนต่อการกัดกร่อนของกรดและด่างได้
2. สายพานผ้าใบ เป็นวัสดุที่ความแข็งแต่น้อยกว่าเหล็ก และมีความยืดหยุ่น อ่อนนุ่มกว่าเหล็ก

3. แผ่นยางสังเคราะห์ เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นได้ อ่อนนุ่มกว่าสายพานผ้าใบ ยางและเหล็ก



ภาพที่ 18 แผ่นเป่ากระทบเมล็ดทานตะวัน(แบบใช้แรงเหวี่ยงแกนเพลานวนตั้ง)

2.3.6 ระบบส่งกำลัง ทดสอบโดยใช้พูลเลย์และสายพานผ้าใบ โดยมีมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง และปรับระดับความเร็วรอบด้วย Inverter

จากข้อจำกัดและข้อสรุปในการออกแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันพันธุ์ไพโอเนียร์ จัมโบ้ มีหลักการทำงาน คือเมล็ดทานตะวันที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาดแล้วนั้น จะถูกป้อนจากช่องป้อนเมล็ดจะไหลลงสู่จานเหวี่ยง จะถูกจานเหวี่ยงด้วยแรงหนีศูนย์กลางไปกระทบกับผนังเป่ากระทบ ซึ่งจะทำให้ลูกกะเทาะเมล็ดในและเปลือกจะถูกถล่มออกตรงช่องทางออก จากนั้นนำเมล็ดทานตะวันที่กะเทาะแล้วนำไปทำความสะอาด และคัดแยกชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณค่าชี้ผลต่างๆ เพื่อดูผลของปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบต่อไป

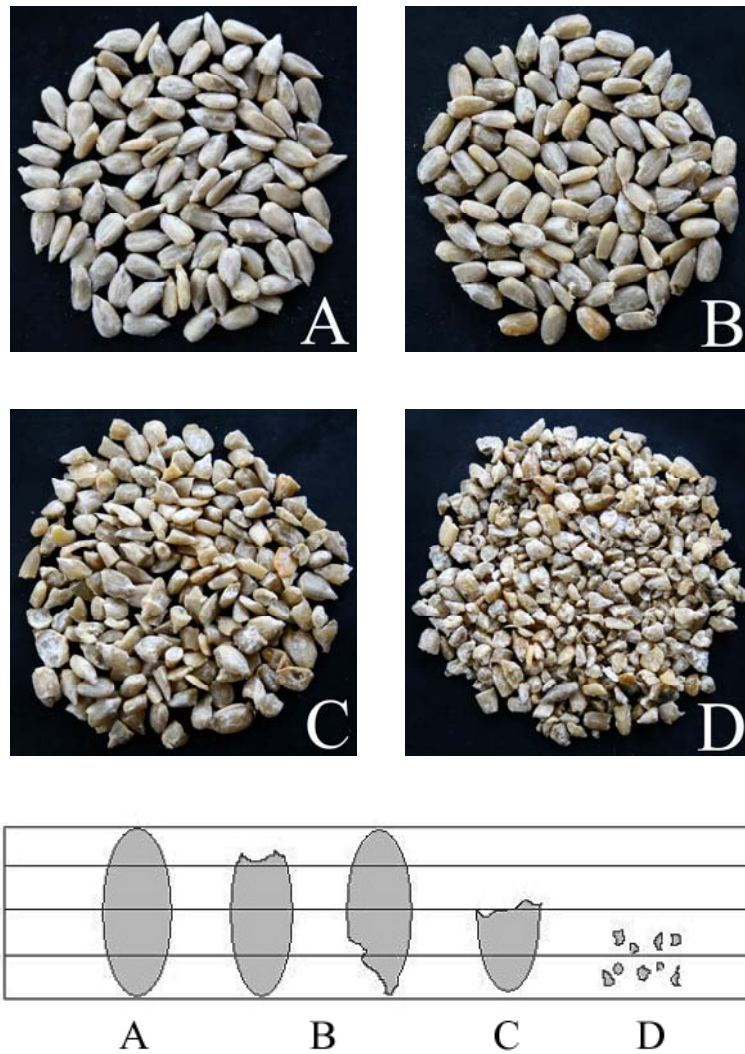
3. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของชุดกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวนอนและแกนเพลานวนตั้ง

3.1 การศึกษาชนิดของผนังเป่ากระทบเมล็ดทานตะวัน อัตราการป้อน และความเร็วรอบจานเหวี่ยง

ในการทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดพันธุ์เป่ากระทบเมล็ดทานตะวัน อัตราการ
ป้อนเมล็ดที่ระดับต่างๆ และความเร็วรอบงานเหวี่ยงเมล็ด ในการกะเพาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน

วิธีการดำเนินการ

1. เตรียมตัวอย่างเมล็ดทานตะวัน โดยทำความสะอาดและชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ
2. ใช้แผนการทดสอบแบบ $3 \times 4 \times 4$ Factorial Experiment in CRD โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนตามรูปแบบแผนการทดลอง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
3. ทำการทดสอบที่อัตราการป้อน 4 ระดับ คือ 75, 100, 125 และ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยง 4 ระดับ โดยทำการปรับค่าความถี่บนหน้าจอที่แสดงบน Inverter ที่ความถี่ 37.3, 42.4, 47.6 และ 53 Hz ตามลำดับ (แกนเฟลาแนวนอน) 20.7, 23.7, 26.7 และ 29.6 Hz ตามลำดับ (แกนเฟลาแนวตั้ง) ซึ่งจะได้อัตรารอบงานเหวี่ยง 1400, 1600, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 21.99, 25.13, 28.27 และ 31.41 เมตรต่อวินาที) โดยทำการเปลี่ยนพันธุ์เป่ากระทบเป็น พันธุ์หลัก สายพานผ้าใบ และ ยาง
4. ทำการสุ่ม 4 ชั่วโมง นำตัวอย่างเมล็ดทานตะวันที่ได้จากการทดสอบมาทำความสะอาดและคัดแยกตามมาตรฐานที่กำหนด ภาพที่ 19 และนำผลการศึกษาที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ทำการศึกษา



ภาพที่ 19 การคัดแยกชิ้นส่วนเมล็ดทานตะวันแบบต่างๆ

- เมื่อ A คือ เมล็ดในเต็ม
 B คือ เมล็ดในทานตะวันแตกหักเล็กน้อย ($(3/4)A < B < A$)
 C คือ เมล็ดในทานตะวันแตกหักปานกลาง ($(1/2)A < C < B$)
 D คือ เมล็ดในทานตะวันแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย ($(1/2)A > D$)

คำชี้แจง (เกียรติสุดา, 2548)

(1) เปอร์เซ็นต์กะเทาะ(Seed Efficiency : SE) คำนวณจากสมการ

$$SE = ((A+B+C+D)/((A+B+C+D)+(E \times k)) \times 100 \quad \dots(2)$$

(2) เปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะได้เต็มเมล็ด(Full Kernel : FK) คำนวณจากสมการ

$$FK = (A/(A+B+C+D)) \times 100 \quad \dots(3)$$

(3) เปอร์เซ็นต์เมล็ดในทานตะวันแตกหักเล็กน้อย (Quarter Kernel : QK) คำนวณจากสมการ

$$QK = (B/(A+B+C+D)) \times 100 \quad \dots(4)$$

(4) เปอร์เซ็นต์เมล็ดในทานตะวันแตกหักปานกลาง (Half Kernel : HK) คำนวณจากสมการ

$$HK = (C/(A+B+C+D)) \times 100 \quad \dots(5)$$

(5) เปอร์เซ็นต์เมล็ดในทานตะวันแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย (Broken Grain : BG) คำนวณจากสมการ

$$BG = (D/(A+B+C+D)) \times 100 \quad \dots(6)$$

เมื่อ A คือ น้ำหนักเมล็ดในที่กะเทาะเปลือกได้เต็มเมล็ด (กรัม)
 B คือ น้ำหนักเมล็ดในทานตะวันแตกหักเล็กน้อย (กรัม)
 C คือ น้ำหนักเมล็ดในทานตะวันแตกหักปานกลาง (กรัม)
 D คือ น้ำหนักเมล็ดในทานตะวันแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย (กรัม)
 E คือ น้ำหนักเมล็ดทานตะวันที่ไม่ถูกกะเทาะเปลือก (กรัม)
 K คือ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเมล็ดในต่อน้ำหนักเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก
 มีค่าเท่ากับ 0.710

4. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม หมายถึง การนำเอาเศรษฐศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับงานด้านวิศวกรรม เพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรที่อยู่กับงานด้านวิศวกรรมอย่างประหยัดเพื่อใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1 ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน

แบ่งได้ 2 กลุ่ม ดังนี้คือ

1.1 ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่กำหนด ไม่ขึ้นกับปริมาณการใช้เครื่องจักร ประกอบด้วย ดอกเบี้ยจากการลงทุนสร้างเครื่องจักร และค่าเสื่อมราคา

1.2 ค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นตามปริมาณการใช้งาน ประกอบด้วย ค่าบำรุงรักษา ค่าไฟฟ้า ค่าจ้างแรงงาน และค่าซ่อมแซม

$$AC = FC + VC \quad \dots(7)$$

โดยที่ AC คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน (บาท)

FC คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท)

VC คือ ค่าใช้จ่ายผันแปร (บาท)

4.2 ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)

ค่าเสื่อมราคา คือ มูลค่าที่ต่ำลงไปของเครื่องมือเครื่องจักรที่ซื้อมาใช้ในการผลิตเมื่อใช้งานไประยะหนึ่งก็จะมีสภาพเสื่อมสภาพไปตามอายุการใช้งานหรือตามปริมาณการผลิต จะทำให้มูลค่าต่ำลงได้จนหมดอายุการใช้งาน อาจจะต้องขายเป็นซากได้

การคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight-Line Depreciation) เป็นวิธีที่นิยมใช้เพราะคำนวณง่าย โดยการใช้ค่ามูลค่าของทรัพย์สินลบด้วยมูลค่าซาก แล้วหารด้วยจำนวนอายุการใช้งาน จะได้ค่าเสื่อมราคาในแต่ละปีดังนี้

$$\text{ค่าเสื่อมราคาต่อปี} = (P-L)/N \quad \dots(8)$$

โดยที่ P คือ ราคาทุนของทรัพย์สิน (บาท)

L คือ ราคาหรือมูลค่าซากเมื่อหมดอายุการใช้งานของทรัพย์สิน (บาท)

N คือ จำนวนอายุการใช้งานของทรัพย์สิน (ปี)

4.3 จุดคุ้มทุน (Break Even Point)

จุดคุ้มทุน คือ จุดซึ่งรายได้จากการลงทุนคุ้มกับค่าลงทุน หรืออีกนัยหนึ่งหมายถึง จุดที่แสดงค่าใช้จ่ายกับรายรับเท่ากัน ซึ่งความหมายว่าเป็นจุดซึ่งมีกำไรเป็นศูนย์นั่นเอง

$$BEP = FC/(P-VC) \quad \dots(9)$$

โดยที่ BEP คือ จุดคุ้มทุน (หน่วย)

FC คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท)

VC คือ ค่าใช้จ่ายผันแปรต่อหน่วย (บาท/หน่วย)

P คือ กำไร (บาท/หน่วย)

4.4 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

ระยะเวลาคืนทุน คือ เวลาที่ต้องการเพื่อให้การลงทุนเริ่มต้นได้รับการคืนทุน โดยไม่คำนึงถึงค่าของเงินที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

$$PBP = CF_0 / YCF \quad \dots(10)$$

โดยที่ PBP คือ ระยะเวลาคืนทุน (ปี)

CF_0 คือ เงินทุนเริ่มต้นหรือค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง (บาท)

YCF คือ กำไรเฉลี่ยแต่ละปี (บาท)

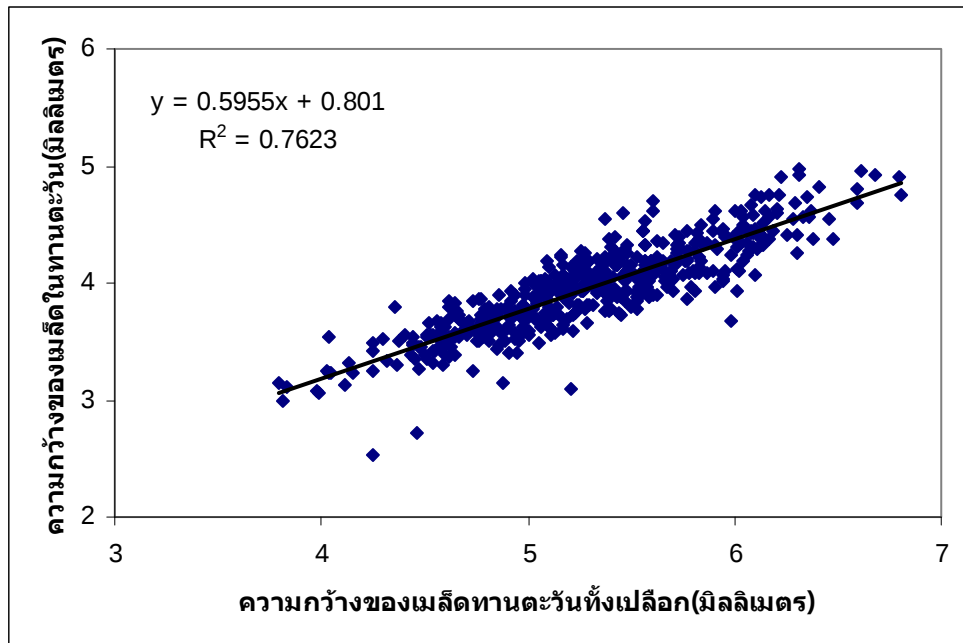
ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดทานตะวันที่ใช้ในการทดสอบ การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง การศึกษาระบบประกอบเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวัน ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

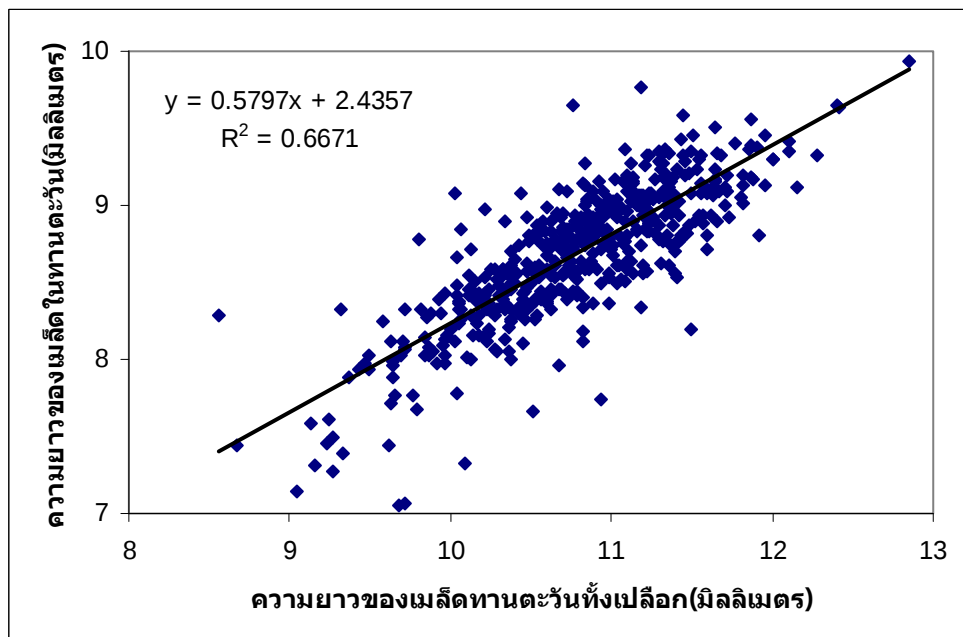
1.ผลการศึกษาคุณภาพเมล็ดทานตะวันที่ใช้ทดสอบเบื้องต้น

เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดทานตะวันมีความสำคัญต่อการออกแบบส่วนประกอบหลักของเครื่องกะเทาะ ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้วัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก และเมล็ดในทานตะวัน น้ำหนักต่อ 500 เมล็ด และอัตราส่วนของน้ำหนักเมล็ดในต่อน้ำหนักของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก มีรายละเอียดผลการศึกษา ดังนี้

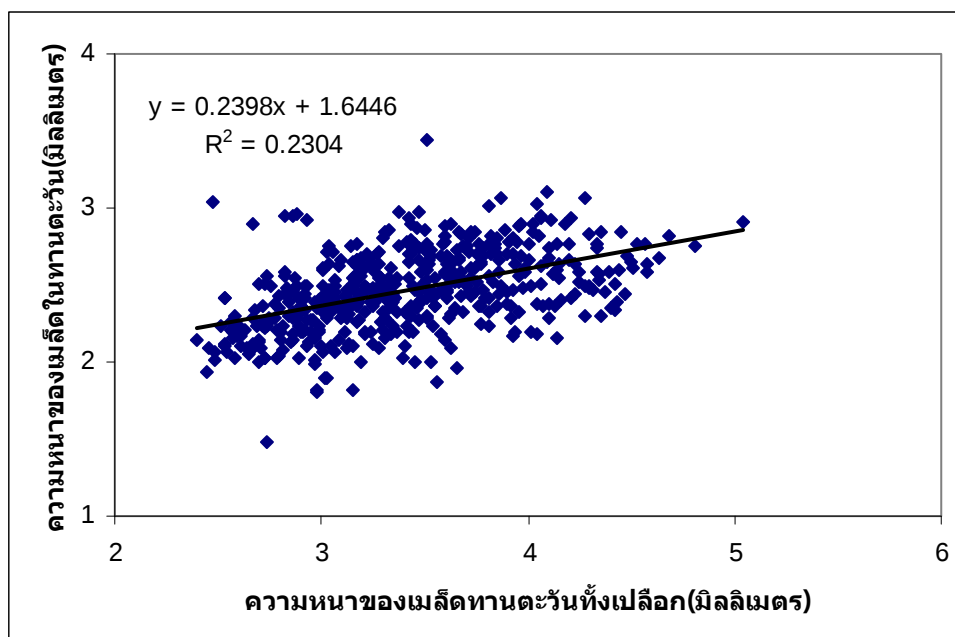
ผลการศึกษาขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ดทานตะวันพันธุ์ไพโอเนียร์ จัมโบ้ ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง จำนวน 500 เมล็ด ที่ความชื้นเมล็ดทานตะวัน 8.36 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก แสดงในภาพผนวก ก และ ตารางผนวกที่ ก1 พบว่าเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกมีความกว้าง ความยาว ความหนา อยู่ระหว่าง 3.79 ถึง 6.81 มิลลิเมตร 8.56 ถึง 12.85 มิลลิเมตร และ 2.40 ถึง 5.04 มิลลิเมตรตามลำดับ และเมล็ดในทานตะวันมีความกว้าง ความยาว ความหนา อยู่ระหว่าง 2.53 ถึง 4.98 มิลลิเมตร 7.05 ถึง 9.94 มิลลิเมตร และ 1.48 ถึง 3.44 มิลลิเมตรตามลำดับ โดยความสัมพันธ์ระหว่างความกว้าง ความยาว และความหนา ของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก และเมล็ดในทานตะวัน ซึ่งพบว่าความกว้างและความยาวมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใกล้เคียงกัน โดยความกว้างของเมล็ดจะมีความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มากกว่าความยาว และความหนา ดังแสดงในภาพที่ 20, 21 และ 22 ตามลำดับ



ภาพที่ 20 ความกว้างของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกและเมล็ดในทานตะวัน



ภาพที่ 21 ความยาวของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกและเมล็ดในทานตะวัน



ภาพที่ 22 ความหนาของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกและเมล็ดในทานตะวัน

ผลการวัดขนาดของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก และเมล็ดใน สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการพิจารณาในการออกแบบ ขนาดของถังป้อน ขนาดช่องป้อนเมล็ดเข้าสู่ห้องกะเทาะ และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบชุดกะเทาะเมล็ดทานตะวัน โดยใช้หลักการแบบแรงเหวี่ยง

อัตราส่วนระหว่างเมล็ดในกับเปลือกที่ทำการศึกษ พบว่า อัตราส่วนของน้ำหนักเมล็ดในต่อน้ำหนักเมล็ดทานตะวันทั้งหมด (รวมเปลือกและเนื้อใน) มีค่า 0.710

2.ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวนอน

2.1 การศึกษาลักษณะผนังกระแทกเมล็ดทานตะวัน อัตราการป้อนและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวันพันธุ์ไพโอเนียร์จัมโบ้

ผลการศึกษาการกะเทาะเมล็ดทานตะวันโดยอาศัยหลักการแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวนอน เมื่อทดสอบเก็บข้อมูลที่อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 4 ระดับ คือ 75,100,125 และ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผนังเป่ากระแทกเมล็ดทานตะวัน 3 ชนิด คือ เหล็ก สายพานผ้าใบ และยาง ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 4 ระดับ คือ 1400,1600,1800 และ 2000 รอบต่อนาที (ที่

ความเร็วเชิงเส้น 21.99,25.13,28.27 และ 31.41 เมตรต่อวินาที) ผลการศึกษาพบว่า ความเร็วรอบ อัตราการป้อน และผนังเป่ากระทบ ต่างก็มีค่าชี้ผลต่างๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะ เปอร์เซ็นต์เมล็ด ในที่กะเทาะได้เต็มเมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักบางส่วน เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง และ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย มีผลแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และการเพิ่มระดับปัจจัยหนึ่งจะมีผลทำให้มีการตอบสนองในอีกสองปัจจัย

2.1.1 ผลการศึกษาผนังเป่ากระทบ และความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ โดยใช้อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลการศึกษาการกะเทาะเมล็ดทานตะวันโดยใช้หลักการแบบแรงเหวี่ยง เมื่อทำการทดสอบที่อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ เมล็ด 4 ระดับ คือ 1400,1600,1800 และ 2000 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 21.99,25.13,28.27 และ 31.41 เมตรต่อวินาที) ผนังเป่ากระทบเมล็ด 3 ชนิด คือ เหล็ก สายพานผ้าใบ และยาง ที่ ความชื้นเมล็ดทานตะวัน 8.36 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ข้อมูลการศึกษาและผลการวิเคราะห์ทางสถิติ แสดงในตารางผนวกที่ ก2 และตารางผนวกที่ ก4-ก6 ซึ่งพบว่าความเร็วรอบและผนังเป่ากระทบ เมล็ดมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ค่าชี้ผลต่างๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะได้เต็ม เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักบางส่วน เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง และเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหัก ชิ้นเล็กชิ้นน้อย มีผลแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละค่าชี้ผลมีรายละเอียด ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์กะเทาะ จากตารางผนวกที่ ก10 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ กะเทาะเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป่ากระทบเมล็ดมีผลทำให้ เปอร์เซ็นต์กะเทาะแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ในแต่ละ ชนิดของผนังเป่ากระทบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดเฉลี่ย 52.70 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป่ากระทบเป็น สายพานผ้าใบ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป่ากระทบต่างๆ พบว่า สายพานผ้าใบและ เหล็กมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 52.70 และ 47.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ายาง เมื่อ กะเทาะที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 2000 รอบต่อนาที จากภาพที่ 23 แสดงให้เห็นว่า เมื่อ ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งพบว่าที่ผนังกระทบ เป็นสายพานผ้าใบ มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่า เหล็ก และยาง

2. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด จากตารางผนวกที่ ก11 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1400 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดสูงกว่า 1600, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 50.55-61.26 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป้ากระทบต่างๆ พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะได้เต็มเมล็ดลดลงเมื่อความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 24

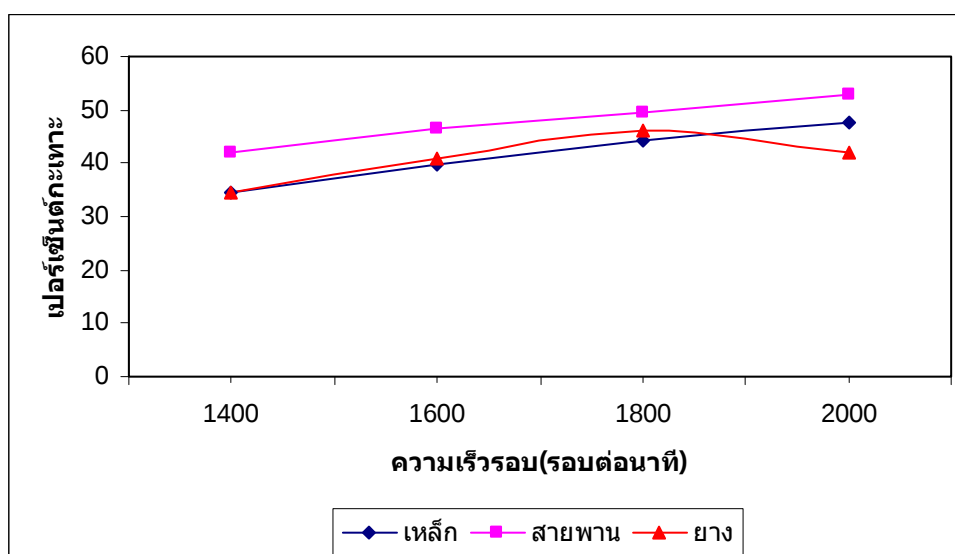
3. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย จากตารางผนวกที่ ก12 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด ที่ 1800 ถึง 2000 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยสูงกว่า 1400 และ 1600 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 10.69-14.38 เปอร์เซ็นต์ ที่พื้นกระทบเป็นเหล็ก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ด พบว่าที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ 1400-2000 รอบต่อนาที พื้นกระทบเป็นเหล็ก มีค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยสูงสุดเฉลี่ยใน 10.69-14.38 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 25

4. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง จากตารางผนวกที่ ก13 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดจาก 1800-2000 รอบต่อนาที มีค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางสูงกว่า 1400 ถึง 1600 รอบต่อนาที โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางสูงที่สุดมีค่าเฉลี่ย 25.54 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นสายพานผ้าใบที่ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 26

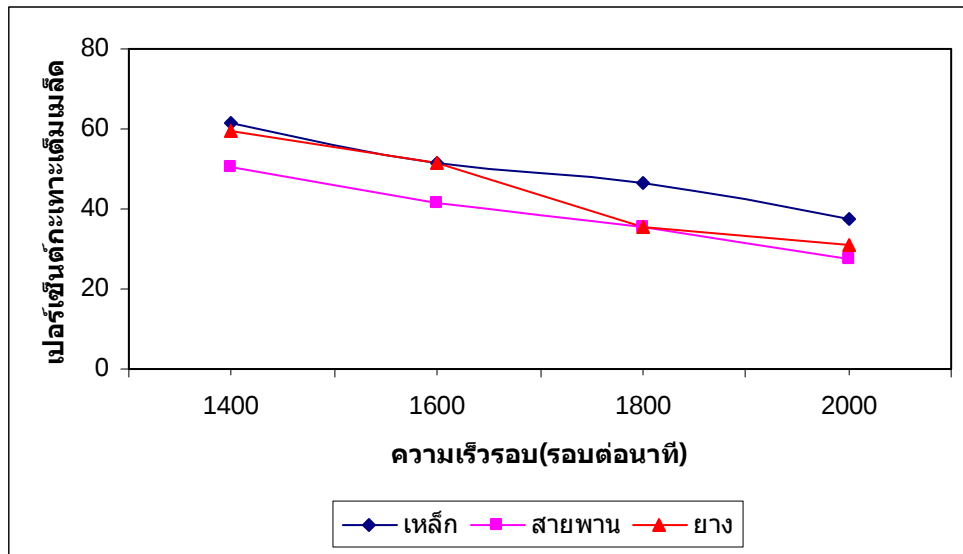
5. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย จากตารางผนวกที่ ก14 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ที่ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นยาง มีค่าสูงสุดเฉลี่ย 39.29 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป้ากระทบเมล็ดที่มีความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ 1800-2000 รอบต่อนาที พบว่าผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นสายพานผ้าใบ และยาง มี

เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชั้นเล็กชั้นน้อยไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยในช่วง 33.54-34.98 และ 38.56-39.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 27

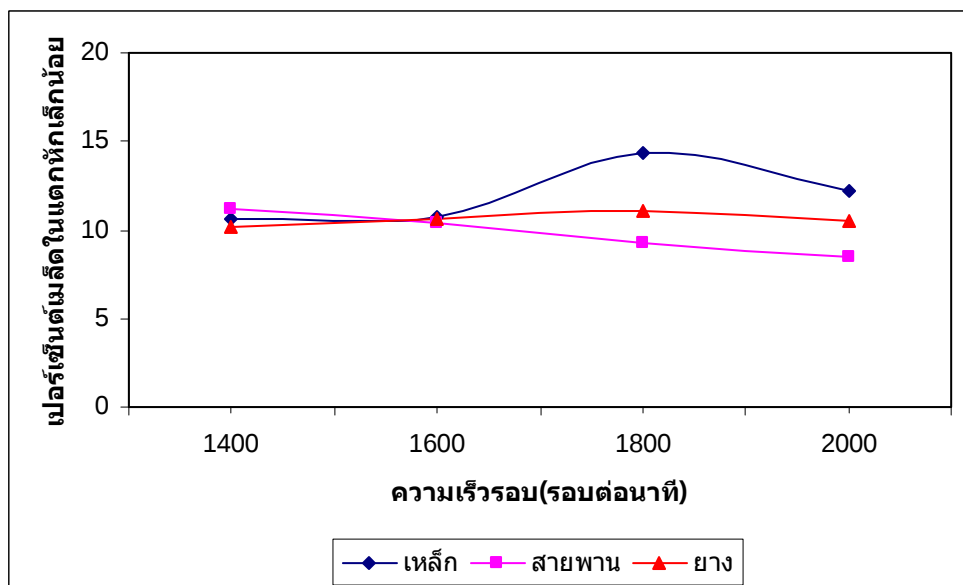
จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ควรเลือกใช้ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นพื้นเหล็ก ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดในช่วง 1400-1600 รอบต่อนาที จะได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยในช่วง 34.36-39.53 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยลดลงจาก 61.26 เป็น 51.54 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในทานตะวันแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยในช่วง 10.69-10.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้เมล็ดทานตะวันที่ค่อนข้างสมบูรณ์มาก จึงควรเลือกลักษณะดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาปัจจัยต่างๆ ต่อไป เพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแนวตั้งให้มีประสิทธิภาพในการกะเทาะสูงสุด



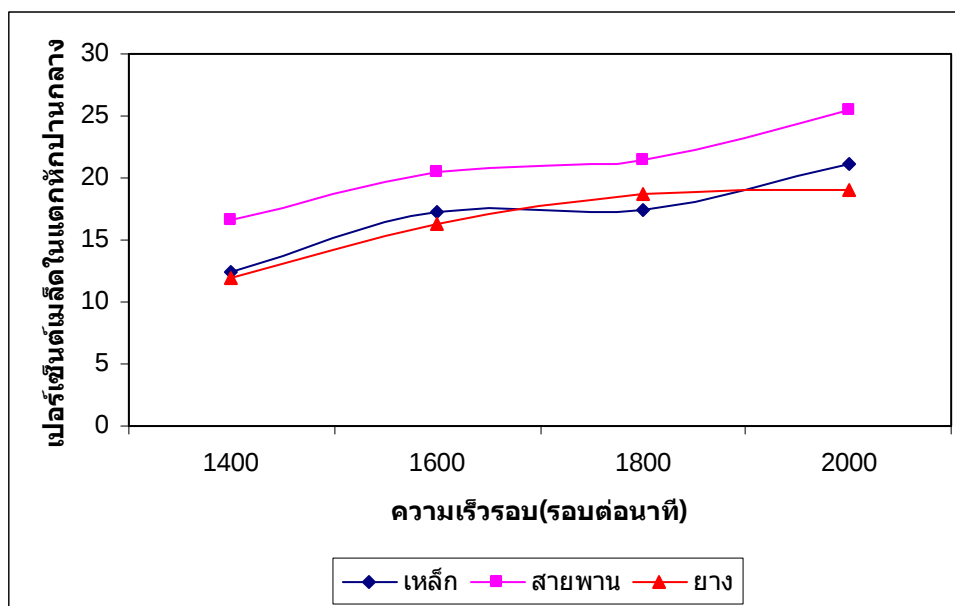
ภาพที่ 23 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



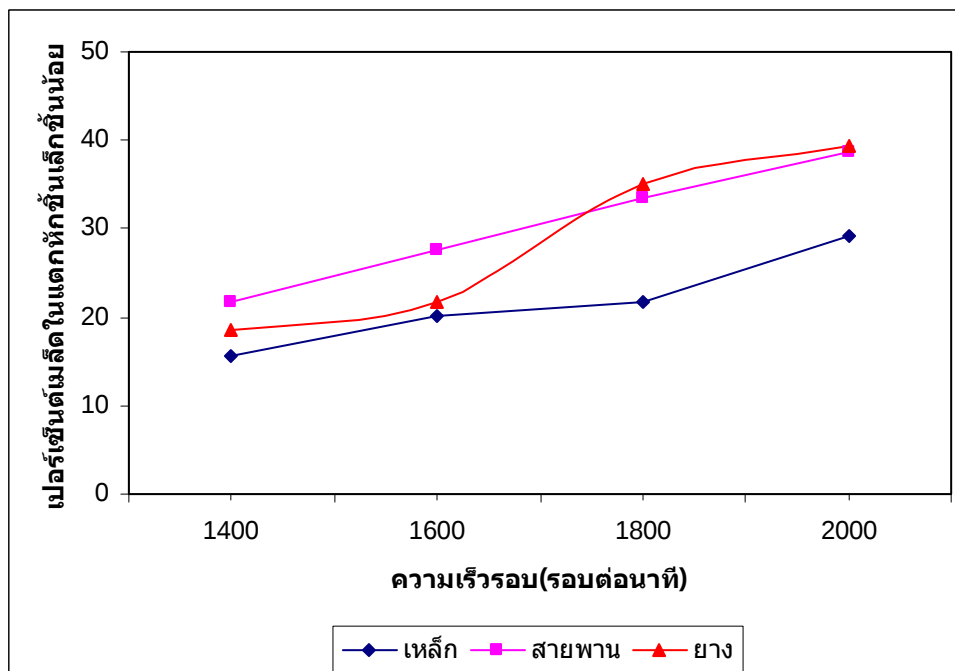
ภาพที่ 24 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 25 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 26 ผลของความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 27 ผลของความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

2.1.2 ผลการศึกษาผนังเป่ากระทบ และความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ โดยใช้อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลการศึกษาการกะเทาะเมล็ดทานตะวันโดยใช้หลักการแบบแรงเหวี่ยง เมื่อทำการทดสอบที่อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 4 ระดับ คือ 1400, 1600, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 21.99, 25.13, 28.27 และ 31.41 เมตรต่อวินาที) ผนังเป่ากระทบเมล็ด 3 ชนิด คือ เหล็ก สายพานผ้าใบ และยาง ที่ความชื้นเมล็ดทานตะวัน 8.36 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ข้อมูลการศึกษาและผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงในตารางผนวกที่ ก2 และตารางผนวกที่ ก4-ก6 ซึ่งพบว่าความเร็วรอบและผนังเป่ากระทบเมล็ดมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ค่าชี้ผลต่างๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในทีกะเทาะได้เต็มเมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักบางส่วน เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง และเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหัก ขึ้นเล็กน้อย มีผลแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละค่าชี้ผลมีรายละเอียดดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์กะเทาะ จากตารางผนวกที่ ก15 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป่ากระทบเมล็ดมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ในแต่ละชนิดของผนังเป่ากระทบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดเฉลี่ย 51.86 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป่ากระทบเป็นสายพานผ้าใบ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป่ากระทบต่างๆ พบว่า เหล็กและยางมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 44.38 และ 44.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 2000 รอบต่อนาที จากภาพที่ 28 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งพบว่าที่ผนังกระทบเป็นสายพานผ้าใบ มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่า เหล็ก และยาง

2. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด จากตารางผนวกที่ ก16 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป่ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1400 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดสูงกว่า 1600, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 52.35-68.03 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป่ากระทบต่างๆ พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดในทีกะเทาะได้เต็มเมล็ดลดลงเมื่อความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 29

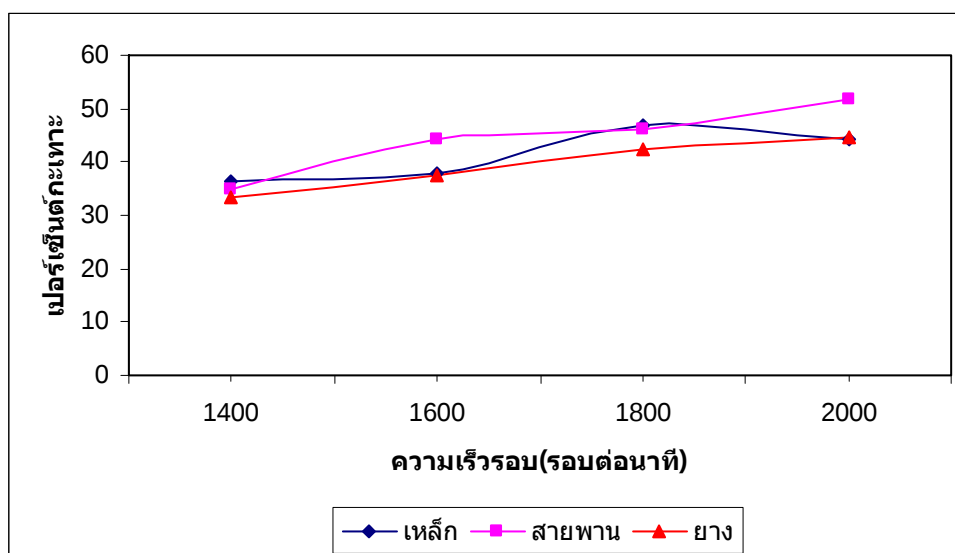
3. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย จากตารางผนวกที่ ก17 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด ที่ 1800 ถึง 2000 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยสูงกว่า 1400 และ 1600 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 8.60-14.24 เปอร์เซ็นต์ ที่พื้นกระทบเป็นหลัก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ด พบว่าที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ 1400-2000 รอบต่อนาที พื้นกระทบเป็นหลัก มีค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยสูงสุดเฉลี่ยใน 8.60-14.24 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 30

4. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง จากตารางผนวกที่ ก18 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดจาก 1800-2000 รอบต่อนาที มีค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางสูงกว่า 1400 ถึง 1600 รอบต่อนาที โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางสูงที่สุดมีค่าเฉลี่ย 22.58 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นสายพานผ้าใบที่ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 31

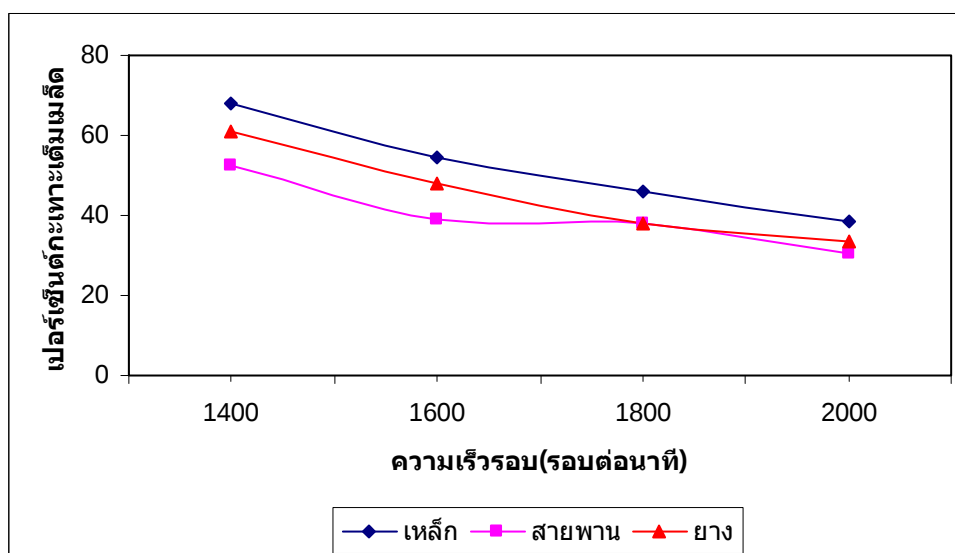
5. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย จากตารางผนวกที่ ก19 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดสูงกว่า 1400, 1600 และ 1800 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 29.36-37.94 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป้ากระทบต่างๆ พบว่า เมื่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเพิ่มขึ้น ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดก็เพิ่มขึ้นไปด้วย ดังแสดงในภาพที่ 32

จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ควรเลือกใช้ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นพื้นหลัก ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดในช่วง 1400-1800 รอบต่อนาที จะได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยในช่วง 36.52-46.87 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยลดลงจาก 68.03 เป็น 46.00 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยในช่วง 8.06-13.82 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักกลางเฉลี่ยในช่วง 10.39-18.61 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ยในช่วง 12.97-21.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้เมล็ดทานตะวันที่ค่อนข้างสมบูรณ์มาก จึงควร

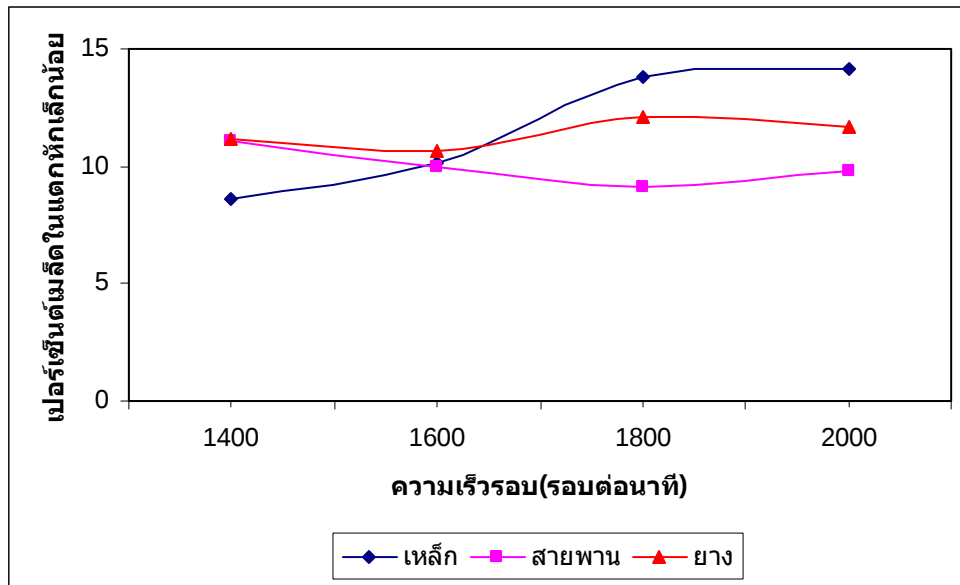
เลือกลักษณะดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาปัจจัยต่างๆ ต่อไป เพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแนวตั้งให้มีประสิทธิภาพในการกะเทาะสูงสุด



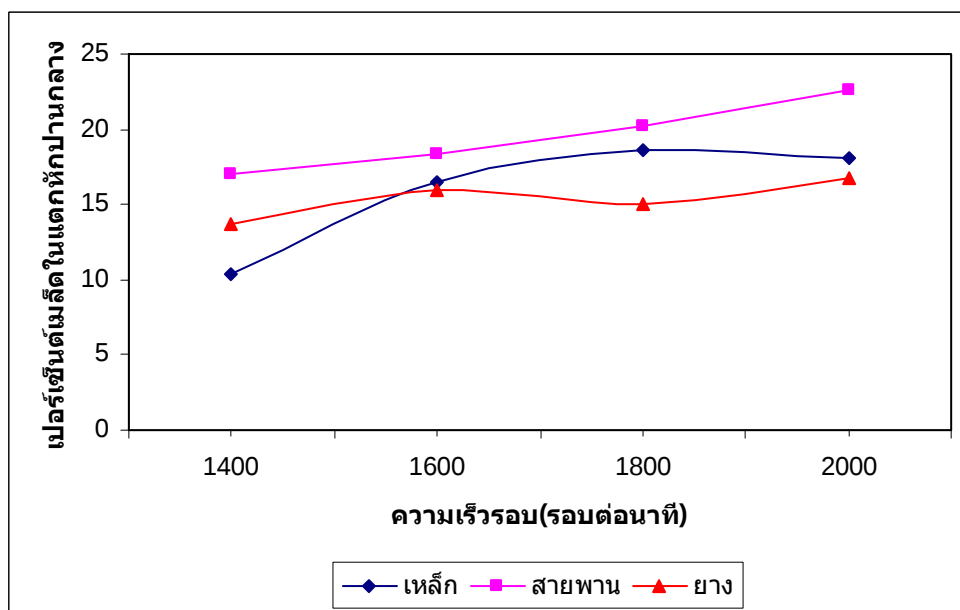
ภาพที่ 28 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



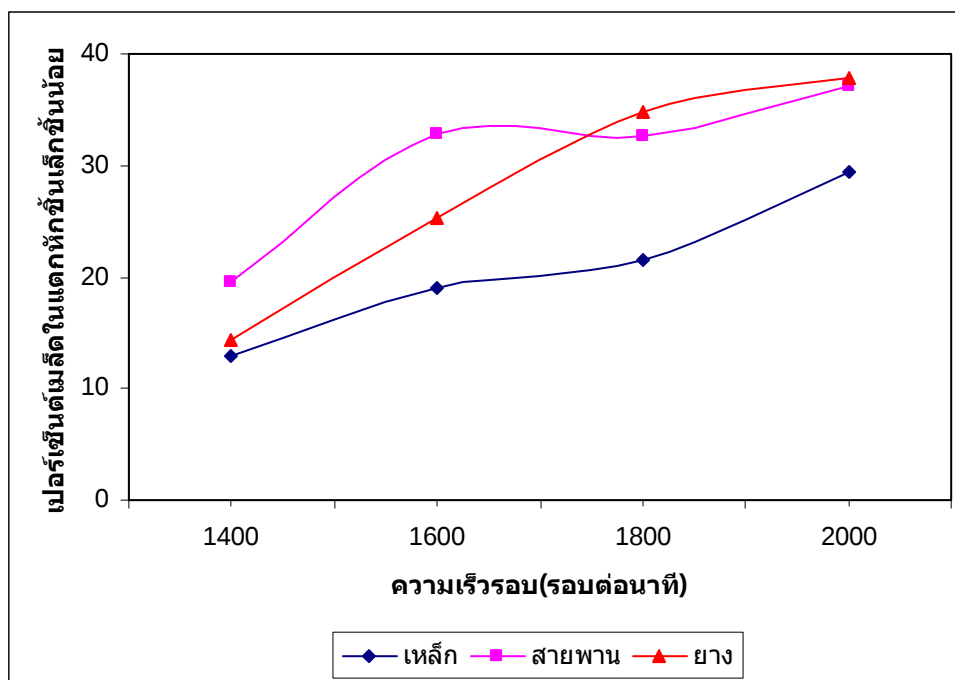
ภาพที่ 29 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 30 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละ
ผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 31 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละ
ผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 32 ผลของความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย ในแต่ละผนังเป่ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

2.1.3 ผลการศึกษาผนังเป่ากระทบ และความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ โดยใช้อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลการศึกษาการกะเทาะเมล็ดทานตะวันโดยใช้หลักการแบบแรงเหวี่ยง เมื่อทำการทดสอบที่อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ เมล็ด 4 ระดับ คือ 1400, 1600, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 21.99, 25.13, 28.27 และ 31.41 เมตรต่อวินาที) ผนังเป่ากระทบเมล็ด 3 ชนิด คือ เหล็ก สายพานผ้าใบ และยาง ที่ความชื้นเมล็ดทานตะวัน 8.36 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ข้อมูลการศึกษาและผลการวิเคราะห์ทางสถิติ แสดงในตารางผนวกที่ ก2 และตารางผนวกที่ ก4-ก6 ซึ่งพบว่าความเร็วรอบและผนังเป่ากระทบ เมล็ดมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ค่าชี้ผลต่างๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกะเทาะได้เต็ม เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักบางส่วน เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง และเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหัก ชิ้นเล็กชิ้นน้อย มีผลแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละค่าชี้ผลมีรายละเอียด ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์กะเทาะ จากตารางผนวกที่ ก20 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย พบว่า ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ในแต่ละชนิดของผนังเป้ากระทบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดเฉลี่ย 48.06 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป้ากระทบเป็นสายพานผ้าใบ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป้ากระทบต่างๆ พบว่า สายพานผ้าใบและเหล็กมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 48.06 และ 45.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ายาง เมื่อกะเทาะที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 2000 รอบต่อนาที จากภาพที่ 33 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งพบว่าที่ผนังกระทบเป็นสายพานผ้าใบ มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่า เหล็ก และยาง

2. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะ ได้เต็มเมล็ด จากตารางผนวกที่ ก21 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1400 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดสูงกว่า 1600, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 52.45-63.02 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป้ากระทบต่างๆ พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะได้เต็มเมล็ดลดลงเมื่อความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุด 63.02 เปอร์เซ็นต์ ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นเหล็ก ดังแสดงในภาพที่ 34

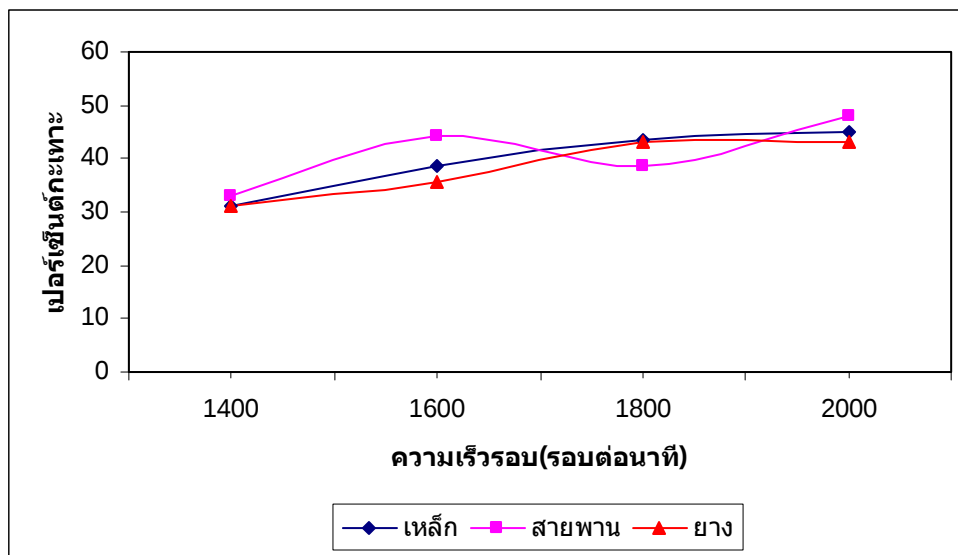
3. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย จากตารางผนวกที่ ก22 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด ที่ 1800 ถึง 2000 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยสูงกว่า 1400 และ 1600 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 11.55-14.75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ด พบว่าที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ 1400-2000 รอบต่อนาที พื้นกระทบเป็นเหล็ก มีค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยสูงสุด 14.75 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 35

4. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง จากตารางผนวกที่ ก23 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ

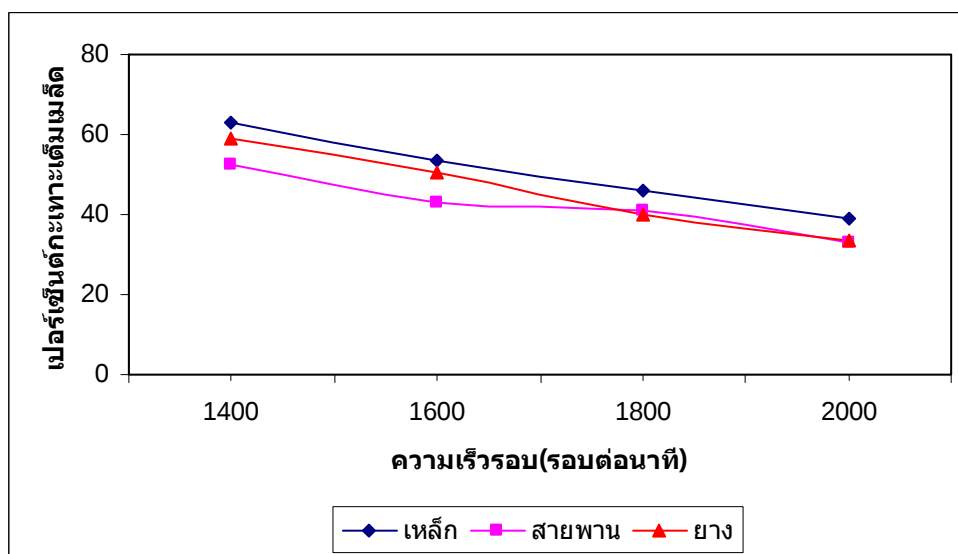
เมล็ดจาก 1800-2000 รอบต่อนาที มีค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางสูงกว่า 1400 ถึง 1600 รอบต่อ นาที โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางสูงที่สุดมีค่าเฉลี่ย 23.20 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป้ากระทบเมล็ด เป็นสายพานผ้าใบที่ความเร็วรอบ 1800 รอบต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 36

5. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย จากตารางผนวกที่ ก24 แสดงผลการ เปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบจานเหวี่ยง กระเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยแตกต่างกัน ทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกระเทาะ 2000 รอบต่อนาที ที่ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นยาง มี ค่าสูงสุดเฉลี่ย 35.82 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป้ากระทบเมล็ดที่มีความเร็วรอบจาน เหวี่ยงกระเทาะ 1800-2000 รอบต่อนาที พบว่าผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นยาง มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดใน แตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยสูงกว่าสายพานผ้าใบและเหล็กมีค่าเฉลี่ยในช่วง 30.13-35.82 เปอร์เซ็นต์ ดัง แสดงในภาพที่ 37

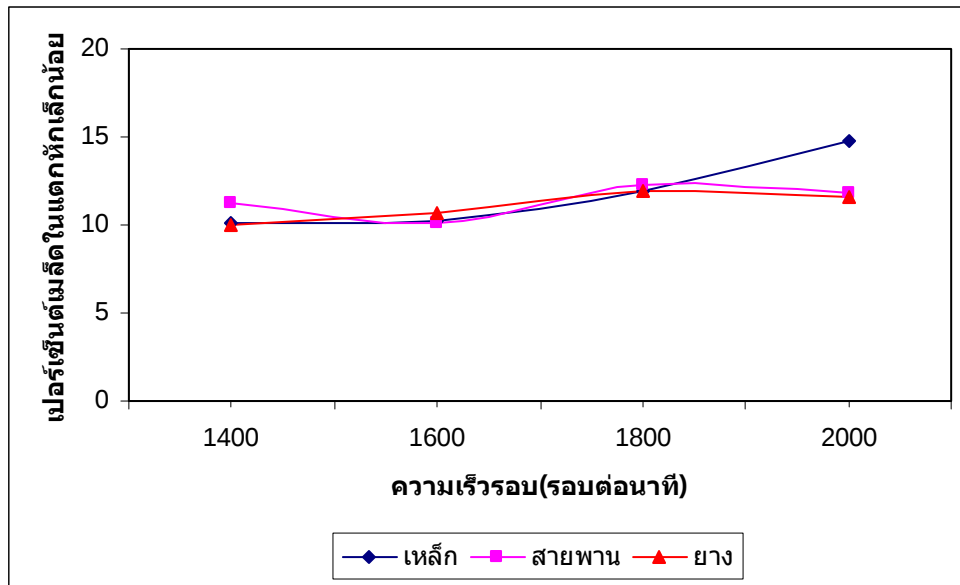
จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการกระเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน ที่ อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ควรเลือกใช้ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นพื้นเหล็ก ความเร็วรอบ จานเหวี่ยงกระเทาะเมล็ดในช่วง 1400-1800 รอบต่อนาที จะได้เปอร์เซ็นต์กระเทาะเฉลี่ยในช่วง 31.27- 43.29 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกระเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยลดลงจาก 63.02 เป็น 45.88 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยในช่วง 9.97-11.95 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ เมล็ดในแตกหักกลางเฉลี่ยในช่วง 11.28-17.08 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็ก ชิ้นน้อยเฉลี่ยในช่วง 15.71-25.07 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้เมล็ดทานตะวันที่ค่อนข้างสมบูรณ์มาก จึงควร เลือกลักษณะดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาปัจจัยต่างๆ ต่อไป เพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการกระเทาะ เมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแนวตั้งให้มีประสิทธิภาพในการกระเทาะสูงสุด



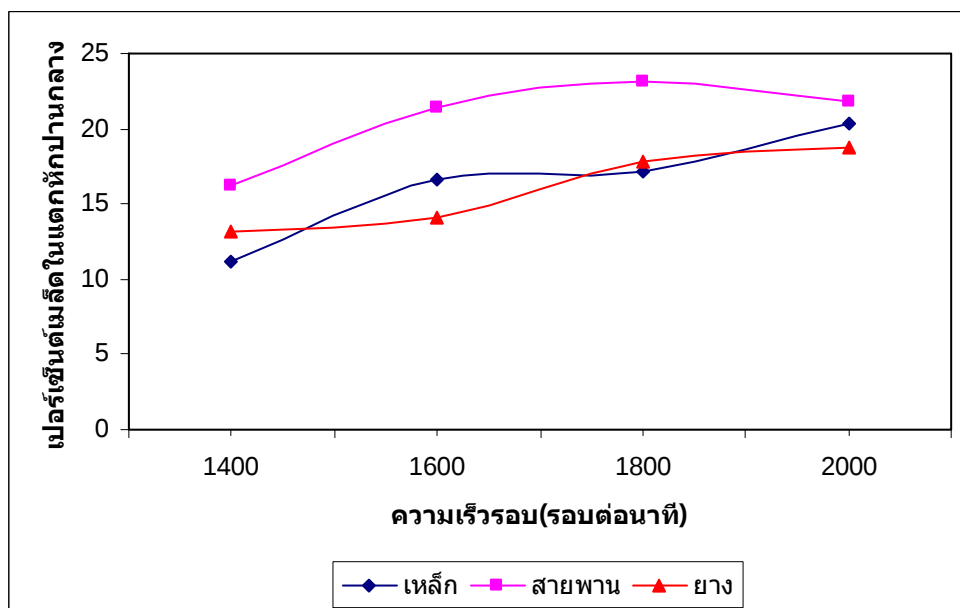
ภาพที่ 33 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้ากระทบ เมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



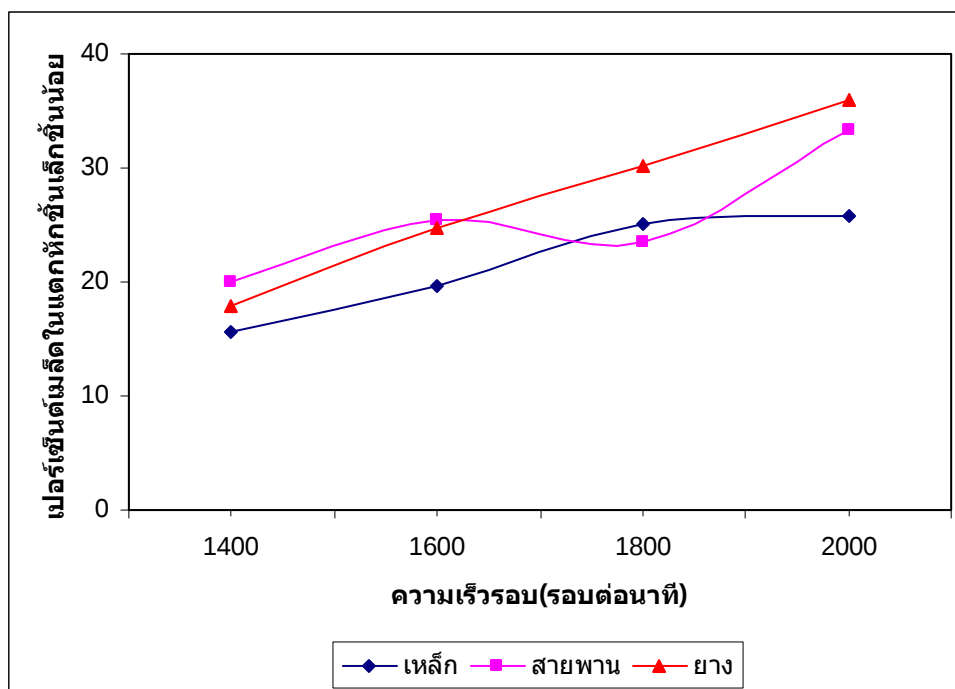
ภาพที่ 34 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบ เมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 35 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมสส์ในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละ
ผนังเป่ากระแทบเมสส์คทานะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 36 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมสส์ในแตกหักปานกลาง ในแต่ละ
ผนังเป่ากระแทบเมสส์คทานะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 37 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

2.1.4 ผลการศึกษาผนังเป้ากระทบ และความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ โดยใช้อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลการศึกษาการกะเทาะเมล็ดทานตะวันโดยใช้หลักการแบบแรงเหวี่ยง เมื่อทำการทดสอบที่อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ เมล็ด 4 ระดับ คือ 1400, 1600, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 21.99, 25.13, 28.27 และ 31.41 เมตรต่อวินาที) ผนังเป้ากระทบเมล็ด 3 ชนิด คือ เหล็ก สายพานผ้าใบ และยาง ที่ ความชื้นเมล็ดทานตะวัน 8.36 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ข้อมูลการศึกษาและผลการวิเคราะห์ทางสถิติ แสดงในตารางผนวกที่ ก2 และตารางผนวกที่ ก4-ก6 ซึ่งพบว่าความเร็วรอบและผนังเป้ากระทบ เมล็ดมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ค่าชี้ผลต่างๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกะเทาะได้เต็ม เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักบางส่วน เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง และเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหัก ชิ้นเล็กชิ้นน้อย มีผลแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละค่าชี้ผลมีรายละเอียด ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์กะเทาะ จากตารางผนวกที่ ก25 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย พบว่า ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ในแต่ละชนิดของผนังเป้ากระทบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดเฉลี่ย 50.57 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป้ากระทบเป็นสายพานผ้าใบ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป้ากระทบต่างๆ พบว่า สายพานผ้าใบและเหล็กมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 50.57 และ 43.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ายาง เมื่อกะเทาะที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 2000 รอบต่อนาที จากภาพที่ 38 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งพบว่าที่ผนังกระทบเป็นสายพานผ้าใบ มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่า เหล็ก และยาง

2. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะ ได้เต็มเมล็ด จากตารางผนวกที่ ก26 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1400 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดสูงกว่า 1600, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 55.83-66.51 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป้ากระทบต่างๆ พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะได้เต็มเมล็ดลดลงเมื่อความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุด 66.51 เปอร์เซ็นต์ ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นเหล็ก ดังแสดงในภาพที่ 39

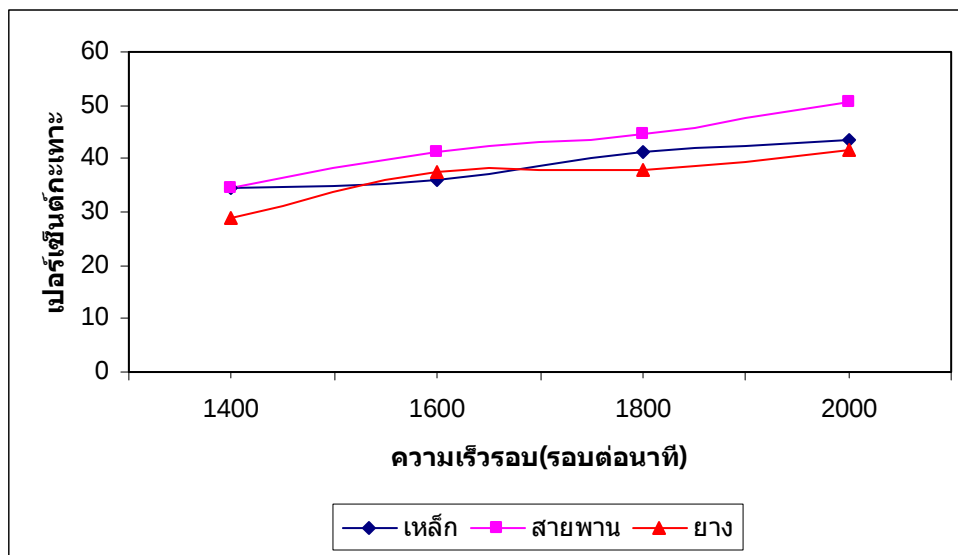
3. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย จากตารางผนวกที่ ก27 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 2000 รอบต่อนาที ในแต่ละชนิดของผนังเป้ากระทบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดเฉลี่ย 14.78 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ด พบว่าที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ 1400-2000 รอบต่อนาที พื้นกระทบเป็นเหล็ก มีค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยสูงสุด 14.78 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 40

4. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง จากตารางผนวกที่ ก28 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดจาก 1800-2000 รอบต่อนาที มีค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางสูงกว่า 1400 ถึง 1600 รอบต่อ

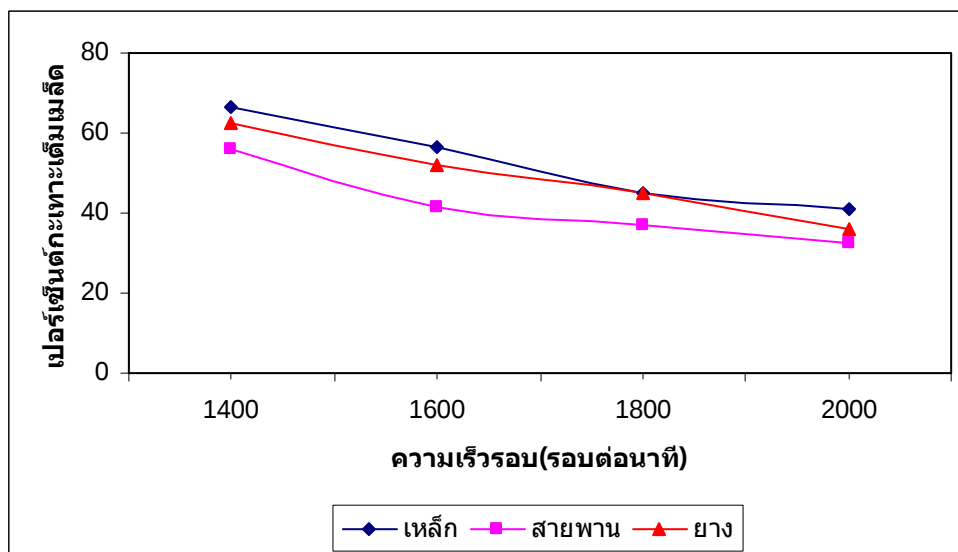
นาที่ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางสูงที่สุดมีค่าเฉลี่ย 20.80 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นสายพานผ้าใบที่ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 41

5. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย จากตารางผนวกที่ ก29 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ที่ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นสายพานผ้าใบ มีค่าสูงสุดเฉลี่ย 38.80 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป้ากระทบเมล็ดที่มีความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ 1800-2000 รอบต่อนาที พบว่าผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นสายพานผ้าใบ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยสูงกว่าเหล็กและยางมีค่าเฉลี่ยในช่วง 33.04-38.80 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 42

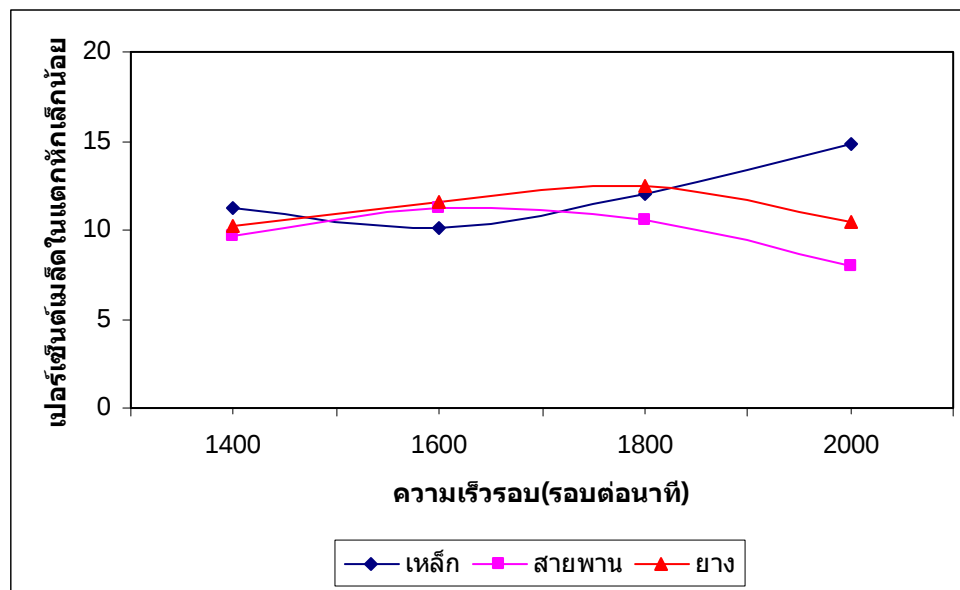
จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ควรเลือกใช้ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นพื้นเหล็ก ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดในช่วง 1400-1800 รอบต่อนาที จะได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยในช่วง 34.59-41.37 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยลดลงจาก 66.51 เป็น 44.71 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยในช่วง 10.30-11.97 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักกลางเฉลี่ยในช่วง 11.41-17.40 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ยในช่วง 10.84-25.91 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้เมล็ดทานตะวันที่ค่อนข้างสมบูรณ์มาก จึงควรเลือกลักษณะดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาปัจจัยต่างๆ ต่อไป เพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแนวตั้งให้มีประสิทธิภาพในการกะเทาะสูงสุด



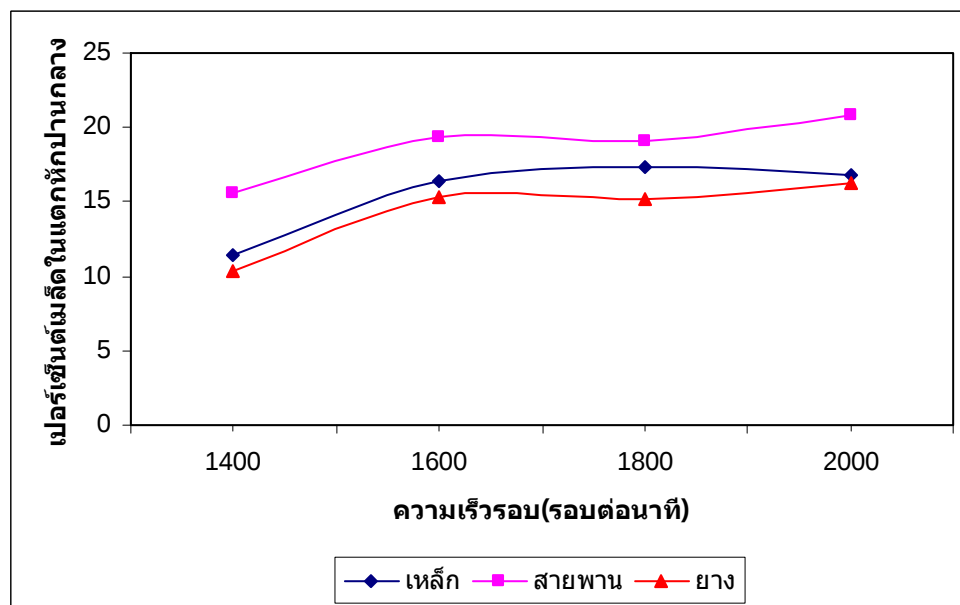
ภาพที่ 38 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้ากระทบ เมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



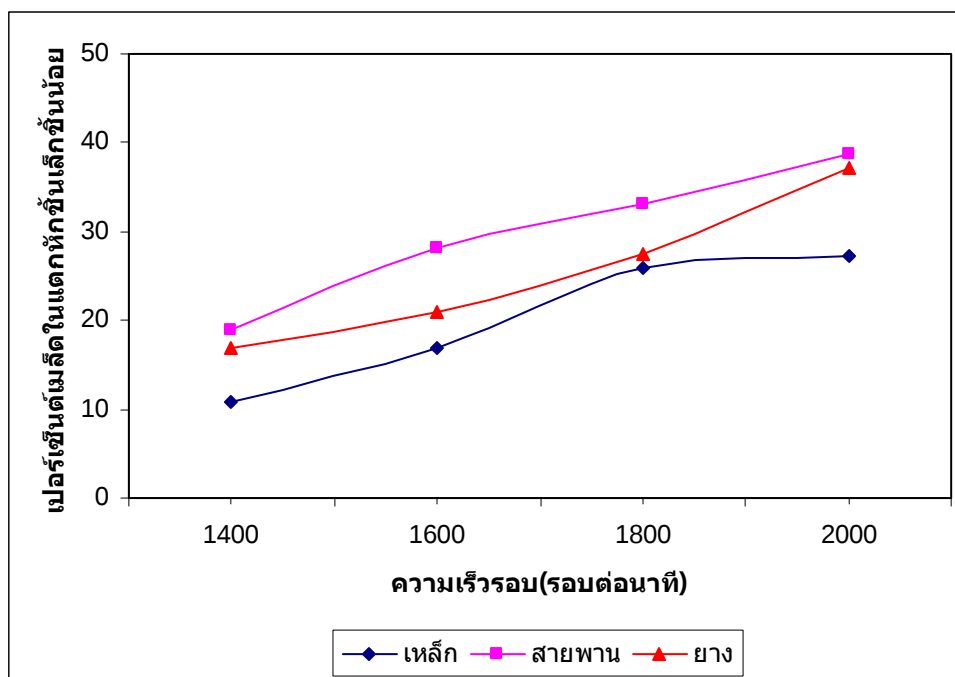
ภาพที่ 39 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 40 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละ
ผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 41 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละ
ผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 42 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมิลด์ในแตกหักชิ้นเล็กน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมิลด์ทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

3. ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องกะเทาะเมิลด์ทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง แกนเพลานวนตั้ง

3.1 การศึกษาลักษณะผนังกระทบเมิลด์ทานตะวัน อัตราการป้อนและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมิลด์ทานตะวันพันธุ์ไฟโอเนียร์จัมโบ้

ผลการศึกษาการกะเทาะเมิลด์ทานตะวันโดยอาศัยหลักการแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวนตั้ง เมื่อทดสอบเก็บข้อมูลที่อัตราการป้อนเมิลด์ทานตะวัน 4 ระดับ คือ 75, 100, 125 และ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผนังเป้ากระทบเมิลด์ทานตะวัน 3 ชนิด คือ เหล็ก สายพานผ้าใบ และยาง ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมิลด์ 4 ระดับ คือ 1400, 1600, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 21.99, 25.13, 28.27 และ 31.41 เมตรต่อวินาที) ผลการศึกษาพบว่า ความเร็วรอบ อัตราการป้อน และผนังเป้ากระทบ ต่างก็มีค่าชี้ผลต่างๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะ เปอร์เซ็นต์เมิลด์ในหักกะเทาะได้เต็มเมิลด์ เปอร์เซ็นต์เมิลด์ในหักบางส่วน เปอร์เซ็นต์เมิลด์ในหักกลาง และ

เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักขึ้นเล็กน้อย มีผลแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และการเพิ่มระดับปัจจัยหนึ่งจะมีผลทำให้มีการตอบสนองในอีกสองปัจจัย

3.1.1 ผลการศึกษาพ่น้ำเป้ากระทบ และความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ โดยใช้อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลการศึกษาการกะเทาะเมล็ดทานตะวันโดยใช้หลักการแบบแรงเหวี่ยง เมื่อทำการทดสอบที่อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 4 ระดับ คือ 1400,1600,1800 และ 2000 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 21.99,25.13,28.27 และ 31.41 เมตรต่อวินาที) พ่น้ำเป้ากระทบเมล็ด 3 ชนิด คือ เหล็ก สายพานผ้าใบ และยาง ที่ความชื้นเมล็ดทานตะวัน 8.36 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ข้อมูลการศึกษาและผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงในตารางผนวกที่ ก3 และตารางผนวกที่ ก7-ก9 ซึ่งพบว่าความเร็วรอบและพ่น้ำเป้ากระทบเมล็ดมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ค่าชี้ผลต่างๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะได้เต็มเมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักบางส่วน เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง และเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักขึ้นเล็กน้อย มีผลแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละค่าชี้ผลมีรายละเอียดดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์กะเทาะ จากตารางผนวกที่ ก30 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และพ่น้ำเป้ากระทบเมล็ดมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ในแต่ละชนิดของพ่น้ำเป้ากระทบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดเฉลี่ย 40.26 เปอร์เซ็นต์ ที่พ่น้ำเป้ากระทบเป็นเหล็ก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละพ่น้ำเป้ากระทบต่างๆ พบว่า เหล็กและสายพานผ้าใบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 40.26 และ 34.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ายาง เมื่อกะเทาะที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 2000 รอบต่อนาที จากภาพที่ 43 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งพบว่าพ่น้ำเป้ากระทบเป็นเหล็กมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่า สายพานผ้าใบ และยาง

2. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะ ได้เต็มเมล็ด จากตารางผนวกที่ ก31 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และพ่น้ำเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1600 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็ม

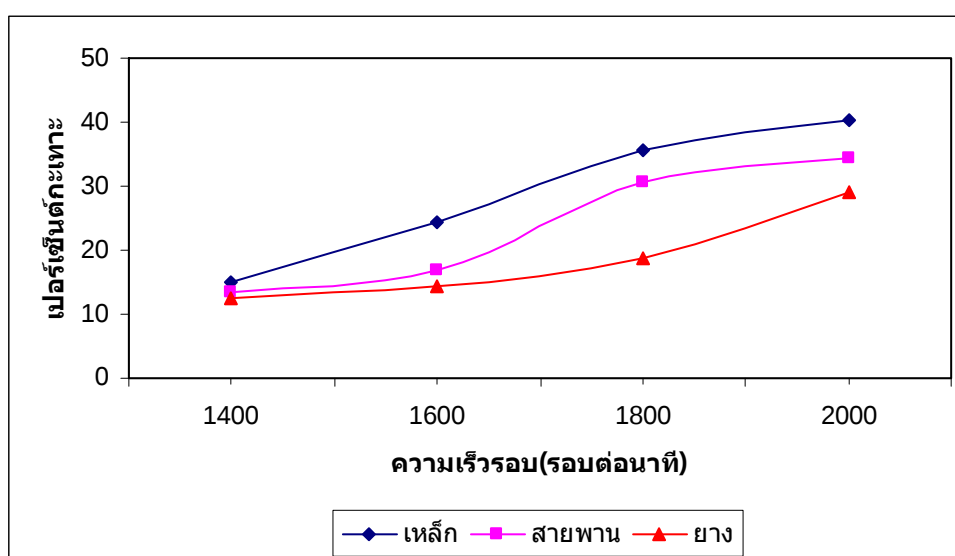
เมล็ดสูงกว่า 1400, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 67.87-81.57 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป่ากระทบต่างๆ พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดในทีกะเพาะได้เต็มเมล็ดลดลง เมื่อความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเพาะเมล็ดเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 44

3. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย จากตารางผนวกที่ ก32 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเพาะเมล็ด และผนังเป่ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเพาะเมล็ด ที่ 1400 ถึง 1800 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยสูงกว่า 2000 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 6.31-7.74 เปอร์เซ็นต์ ที่พื้นกระทบเป็นยาง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป่ากระทบเมล็ด พบว่าที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเพาะ 1400-1800 รอบต่อนาที พื้นกระทบเป็นยาง มีค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยสูงสุดเฉลี่ยใน 6.31-7.74 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 45

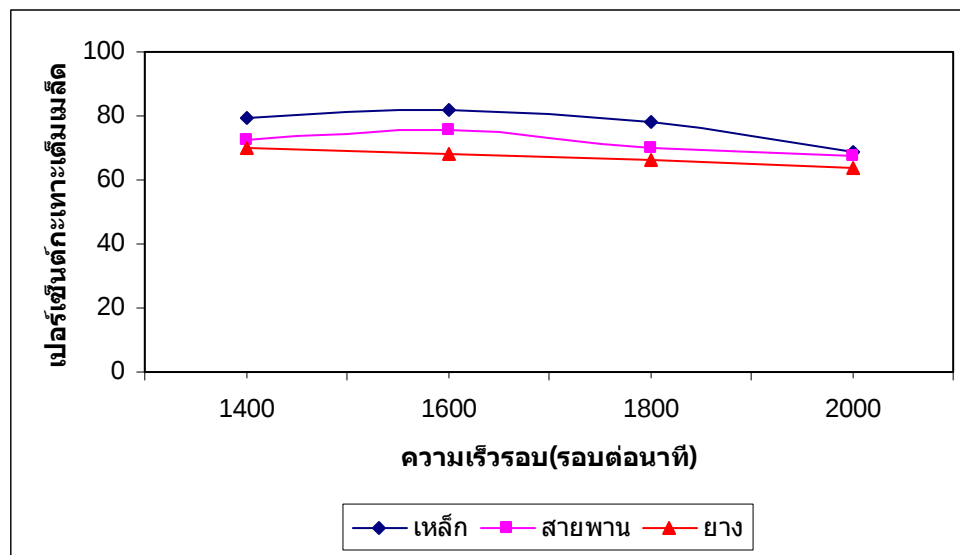
4. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง จากตารางผนวกที่ ก33 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเพาะเมล็ด และผนังเป่ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเพาะ 2000 รอบต่อนาที ในแต่ละชนิดของผนังเป่ากระทบมีเปอร์เซ็นต์กะเพาะสูงสุดเฉลี่ย 13.07 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป่ากระทบเป็นยาง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป่ากระทบต่างๆ พบว่า ยางและสายพานผ้าใบมีเปอร์เซ็นต์กะเพาะเฉลี่ย 13.07 และ 12.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเหล็ก แต่เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อกะเพาะที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเพาะเมล็ด 2000 รอบต่อนาที ดังแสดงภาพที่ 46

5. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย จากตารางผนวกที่ ก34 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเพาะเมล็ด และผนังเป่ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเพาะ 2000 รอบต่อนาที ที่ผนังเป่ากระทบเมล็ดเป็นยาง มีค่าสูงสุดเฉลี่ย 16.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป่ากระทบเมล็ดที่มีความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเพาะ 1600-2000 รอบต่อนาที พบว่าผนังเป่ากระทบเมล็ดเป็นยาง มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยสูงกว่าเหล็กและสายพานผ้าใบ มีค่าเฉลี่ย 12.94-16.50 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 47

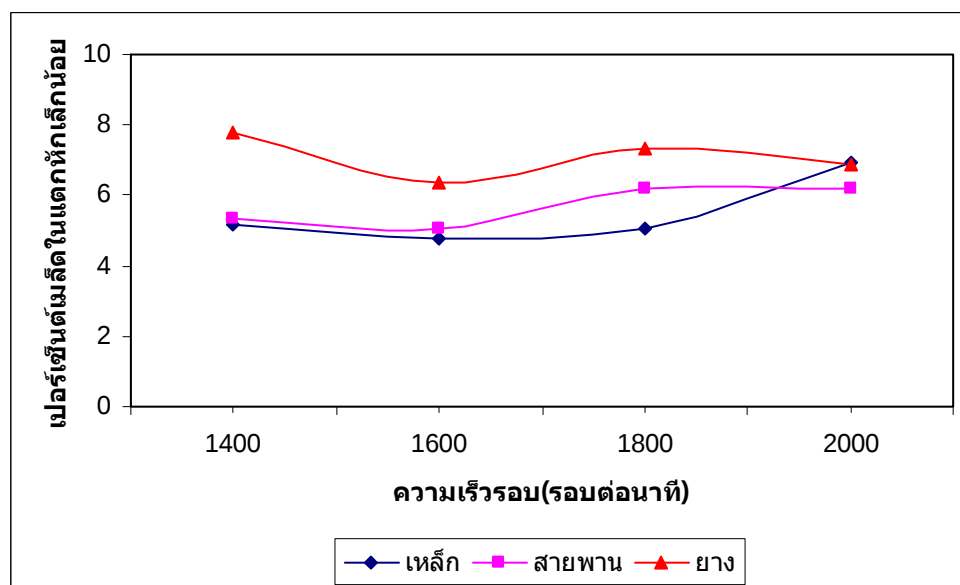
จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ควรเลือกใช้ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นพื้นเหล็ก ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดในช่วง 1400-1600 รอบต่อนาที จะได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยในช่วง 14.87-24.23 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยในช่วง 79.27-81.57 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในทานตะวันแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยในช่วง 4.76-5.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้เมล็ดทานตะวันที่ค่อนข้างสมบูรณ์มาก จึงควรเลือกลักษณะดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาปัจจัยต่างๆ ต่อไป เพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแนวราบให้มีประสิทธิภาพในการกะเทาะสูงสุด



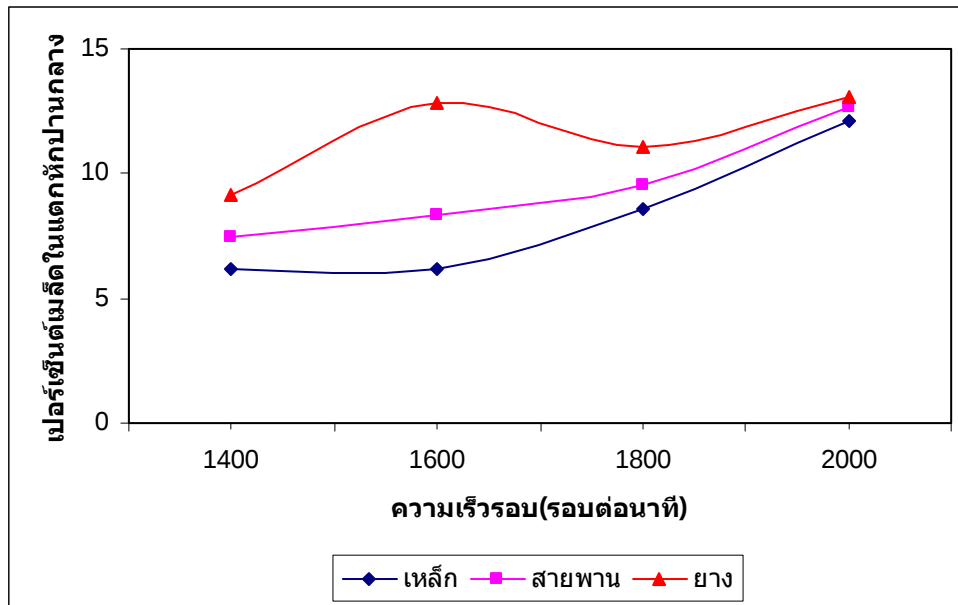
ภาพที่ 43 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



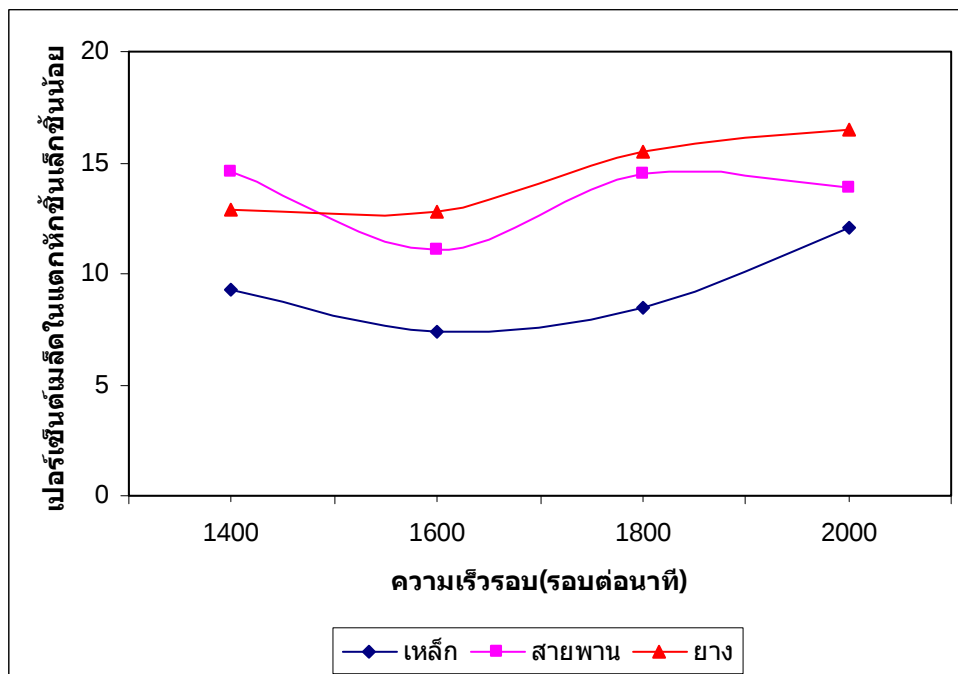
ภาพที่ 44 ผลของความเร็วนงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 45 ผลของความเร็วนงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 46 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 47 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

3.1.2 ผลการศึกษาผนังเป่ากระทบ และความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ โดยใช้อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลการศึกษาการกะเทาะเมล็ดทานตะวันโดยใช้หลักการแบบแรงเหวี่ยง เมื่อทำการทดสอบที่อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 4 ระดับ คือ 1400, 1600, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 21.99, 25.13, 28.27 และ 31.41 เมตรต่อวินาที) ผนังเป่ากระทบเมล็ด 3 ชนิด คือ เหล็ก สายพานผ้าใบ และยาง ที่ความชื้นเมล็ดทานตะวัน 8.36 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ข้อมูลการศึกษาและผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงในตารางผนวกที่ ก3 และตารางผนวกที่ ก7-ก9 ซึ่งพบว่าความเร็วรอบและผนังเป่ากระทบเมล็ดมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ค่าชี้ผลต่างๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในทีกะเทาะได้เต็มเมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักบางส่วน เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง และเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหัก ขึ้นเล็กน้อย มีผลแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละค่าชี้ผลมีรายละเอียดดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์กะเทาะ จากตารางผนวกที่ ก35 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป่ากระทบเมล็ดมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ในแต่ละชนิดของผนังเป่ากระทบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดเฉลี่ย 40.95 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป่ากระทบเป็นเหล็ก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป่ากระทบต่างๆ พบว่า เหล็กและสายพานผ้าใบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 40.95 และ 35.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ายาง เมื่อกะเทาะที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 2000 รอบต่อนาที จากภาพที่ 48 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งพบว่าที่ผนังกระทบเป็นเหล็กมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่า สายพานผ้าใบ และยาง

2. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด จากตารางผนวกที่ ก36 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป่ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1600 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดสูงกว่า 1400, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 73.47-80.83 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป่ากระทบต่างๆ พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดในทีกะเทาะได้เต็มเมล็ดลดลงเมื่อความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 49

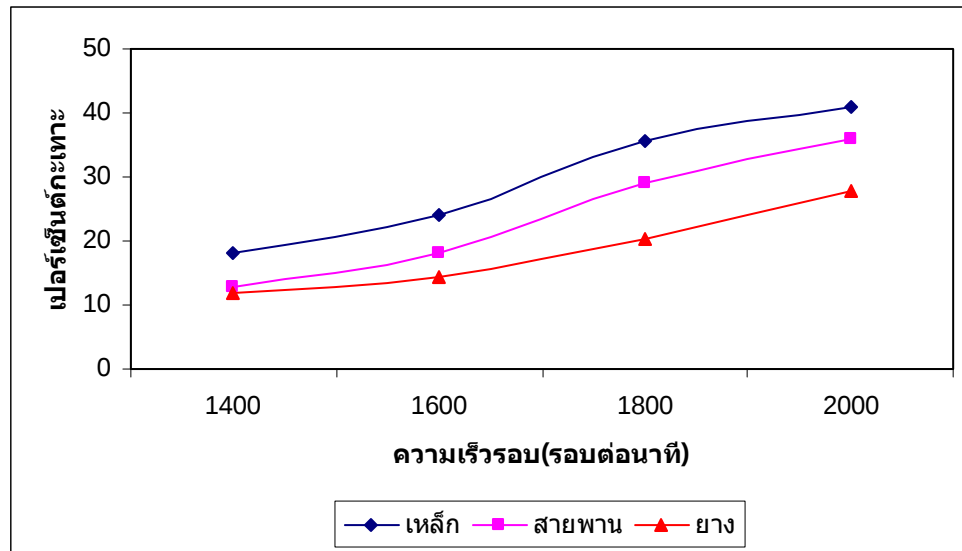
3. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย จากตารางผนวกที่ ก37 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด ที่ 1800 ถึง 2000 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยสูงกว่า 1400-1600 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 5.41-6.71 เปอร์เซ็นต์ ที่พื้นกระทบเป็นหลัก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ด พบว่าที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยไม่แตกต่างทางสถิติ ดังแสดงในภาพที่ 50

4. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง จากตารางผนวกที่ ก38 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ในแต่ละชนิดของผนังเป้ากระทบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดเฉลี่ย 13.60 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป้ากระทบเป็นยาง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป้ากระทบต่างๆ พบว่า ยางและสายพานผ้าใบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 13.60 และ 12.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าหลักเมื่อกะเทาะที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 2000 รอบต่อนาที ดังแสดงภาพที่ 51

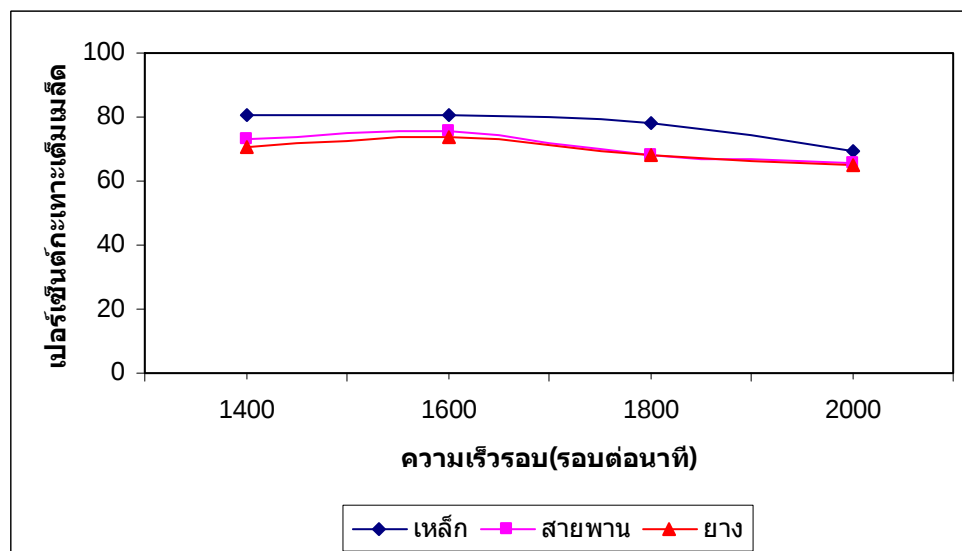
5. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย จากตารางผนวกที่ ก39 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ที่ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นสายพานผ้าใบ มีค่าสูงสุดเฉลี่ย 16.04 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป้ากระทบเมล็ดที่มีความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที พบว่าผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นสายพานผ้าใบ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยสูงกว่าหลักและยาง มีค่า 12.17 และ 14.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 52

จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ควรเลือกใช้ผนังเป้ากระทบเมล็ดเป็นพื้นหลัก ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดในช่วง 1400-1600 รอบต่อนาที จะได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยในช่วง 18.00-24.16 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย 80.83 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในทานตะวันแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยในช่วง 3.57-3.79 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้เมล็ดทานตะวันที่ค่อนข้างสมบูรณ์มาก จึงควรเลือกลักษณะดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาปัจจัยต่างๆ ต่อไป เพื่อหาจุดที่

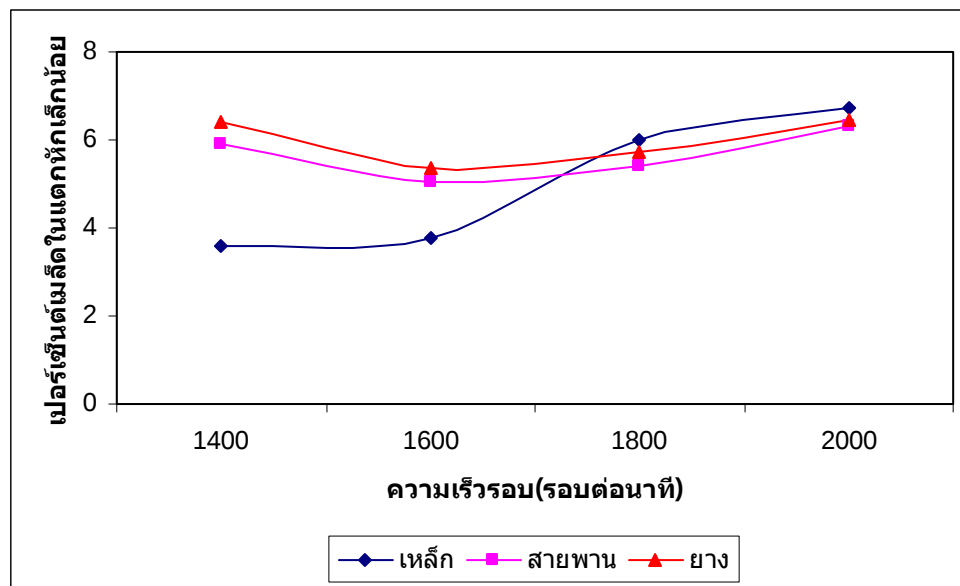
เหมาะสมในการกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแนวราบให้มีประสิทธิภาพในการกะเทาะ
สูงสุด



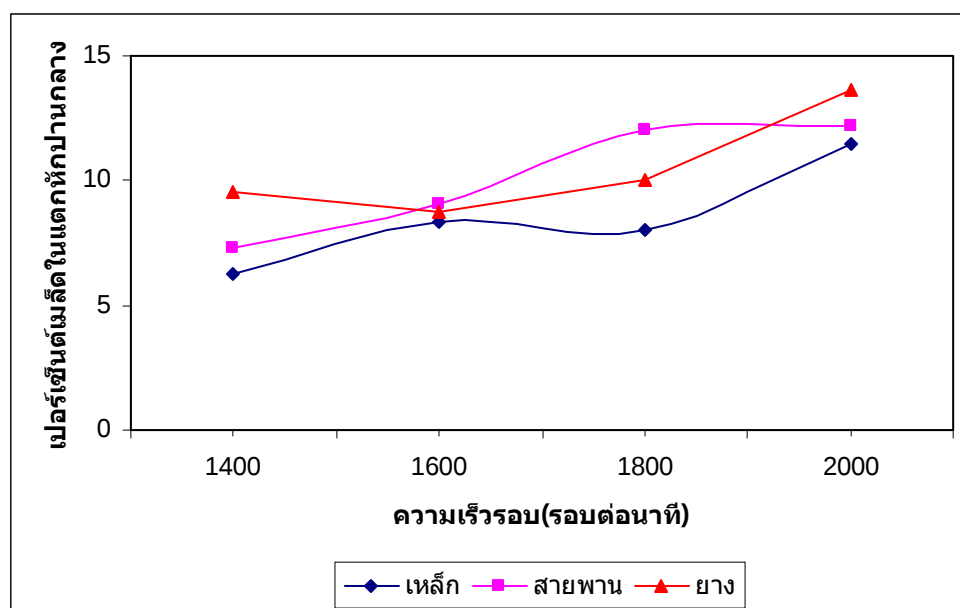
ภาพที่ 48 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้ากระทบ
เมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



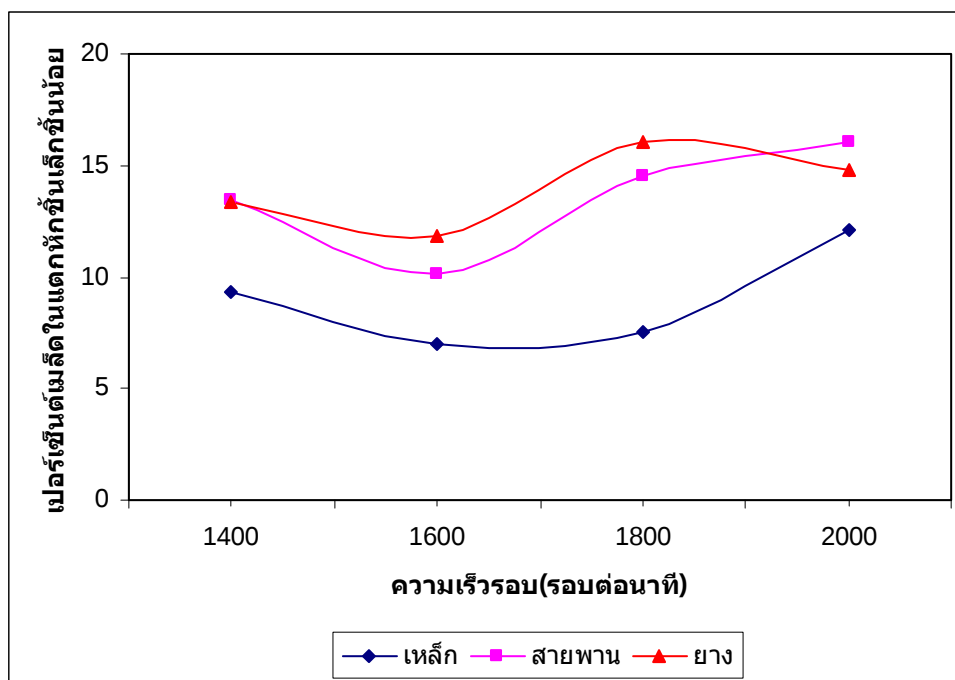
ภาพที่ 49 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด ใน
แต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 50 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมสในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละ
ผนังเป้ากระทบเมสคัดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 51 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมสในแตกหักปานกลาง ในแต่ละ
ผนังเป้ากระทบเมสคัดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 52 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

3.1.3 ผลการศึกษาผนังเป้ากระทบ และความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ โดยใช้อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลการศึกษาการกะเทาะเมล็ดทานตะวันโดยใช้หลักการแบบแรงเหวี่ยง เมื่อทำการทดสอบที่อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 4 ระดับ คือ 1400, 1600, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 21.99, 25.13, 28.27 และ 31.41 เมตรต่อวินาที) ผนังเป้ากระทบเมล็ด 3 ชนิด คือ เหล็ก สายพานผ้าใบ และยาง ที่ความชื้นเมล็ดทานตะวัน 8.36 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ข้อมูลการศึกษาและผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงในตารางผนวกที่ ก3 และตารางผนวกที่ ก7-ก9 ซึ่งพบว่าความเร็วรอบและผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ค่าชี้ผลต่างๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะได้เต็มเมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักบางส่วน เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง และเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย มีผลแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละค่าชี้ผลมีรายละเอียดดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์กะเทาะ จากตารางผนวกที่ ก40 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย พบว่า ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ในแต่ละชนิดของผนังเป้ากระทบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดเฉลี่ย 37.69 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป้ากระทบเป็นเหล็ก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป้ากระทบต่างๆ พบว่า เหล็กและสายพานผ้าใบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 37.69 และ 34.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ายาง เมื่อกะเทาะที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 2000 รอบต่อนาที จากภาพที่ 53 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งพบว่าที่ผนังกระทบเป็นเหล็กมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่า สายพานผ้าใบ และยาง

2. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะ ได้เต็มเมล็ด จากตารางผนวกที่ ก41 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1400-1600 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดสูงกว่า 1800-2000 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 66.86-84.77 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป้ากระทบต่างๆ พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดลดลง เมื่อความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 54

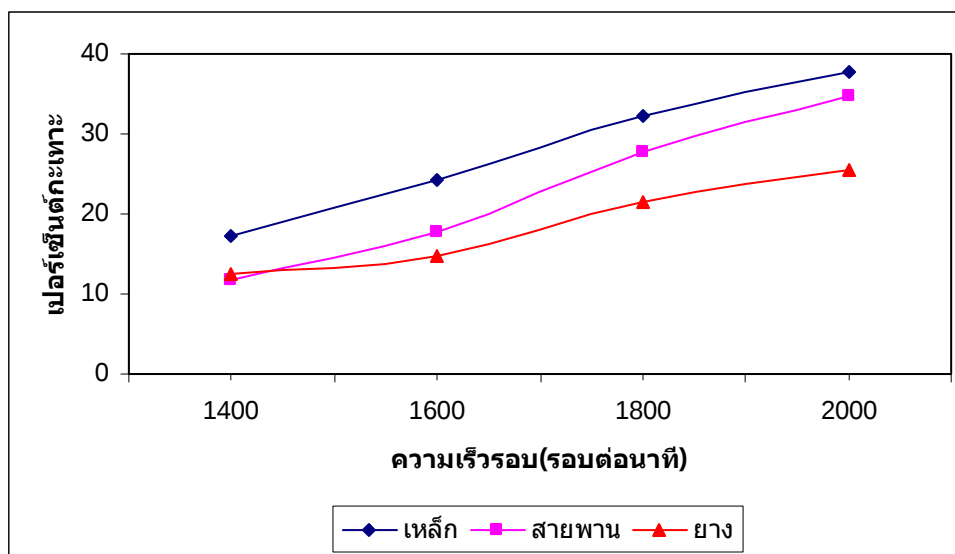
3. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย จากตารางผนวกที่ ก42 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด ที่ 1400-2000 รอบต่อนาที ที่พื้นกระทบเป็นยาง มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยสูงกว่าเหล็กและสายพานผ้าใบ มีค่าเฉลี่ยในช่วง 6.04-9.48 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ด พบว่าที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ 1800 รอบต่อนาที ค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยไม่แตกต่างทางสถิติ ดังแสดงในภาพที่ 55

4. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง จากตารางผนวกที่ ก43 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ 2000

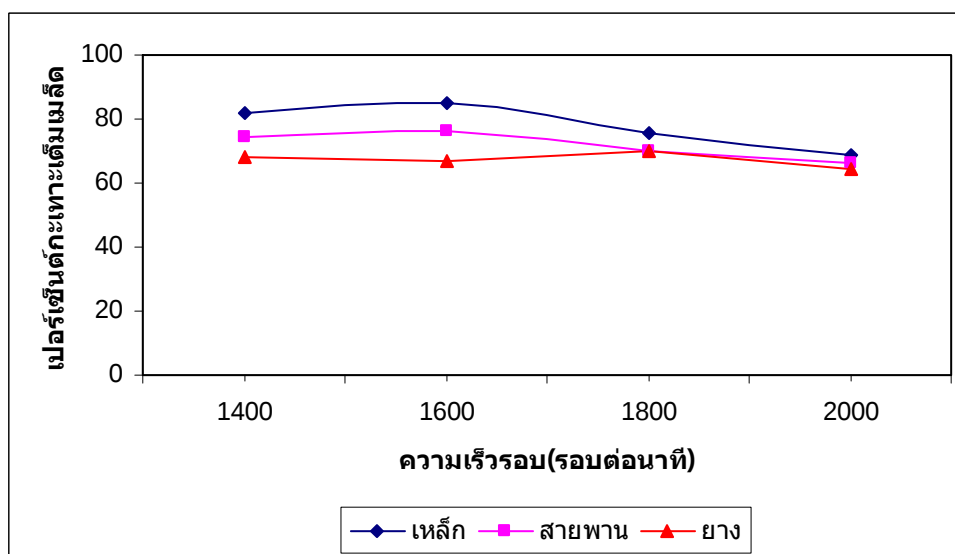
รอบต่อนาที ในแต่ละชนิดของผนังเป่ากระทบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดเฉลี่ย 14.42 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป่ากระทบเป็นเหล็ก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป่ากระทบต่างๆ พบว่า เหล็กและยางมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 14.42 และ 12.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าสายพานผ้าใบ แต่ค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในหักกลางไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อกะเทาะที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเฉลี่ย 2000 รอบต่อนาที ดังแสดงภาพที่ 56

5. เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย จากตารางผนวกที่ ก44 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเฉลี่ย และผนังเป่ากระทบเฉลี่ยมีผลเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ที่ผนังเป่ากระทบเฉลี่ยเป็นสายพานผ้าใบ มีค่าสูงสุดเฉลี่ย 16.88 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป่ากระทบเฉลี่ยที่มีความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที พบว่าผนังเป่ากระทบเฉลี่ยเป็นสายพานผ้าใบ มีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยสูงกว่าเหล็กและยาง มีค่า 10.18 และ 14.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 57

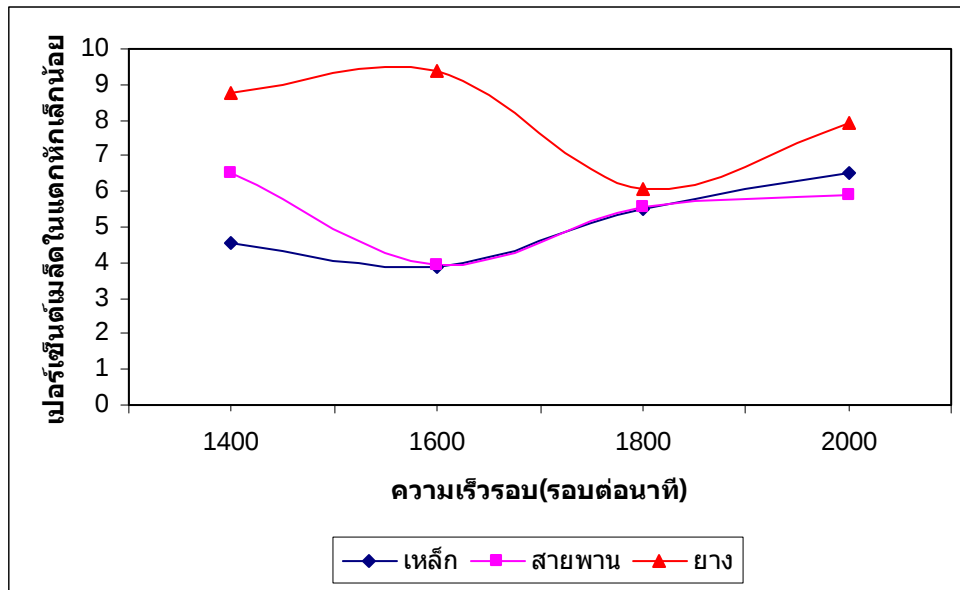
จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ควรเลือกใช้ผนังเป่ากระทบเฉลี่ยเป็นพื้นเหล็ก ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะเฉลี่ยในช่วง 1400-1600 รอบต่อนาที จะได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยในช่วง 17.31-24.34 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในกะเทาะได้เต็มเฉลี่ยในช่วง 81.91-84.77 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในทานตะวันแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยในช่วง 3.85-4.46 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้เมล็ดทานตะวันที่ค่อนข้างสมบูรณ์มาก จึงควรเลือกลักษณะดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาปัจจัยต่างๆ ต่อไป เพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแนวราบให้มีประสิทธิภาพในการกะเทาะสูงสุด



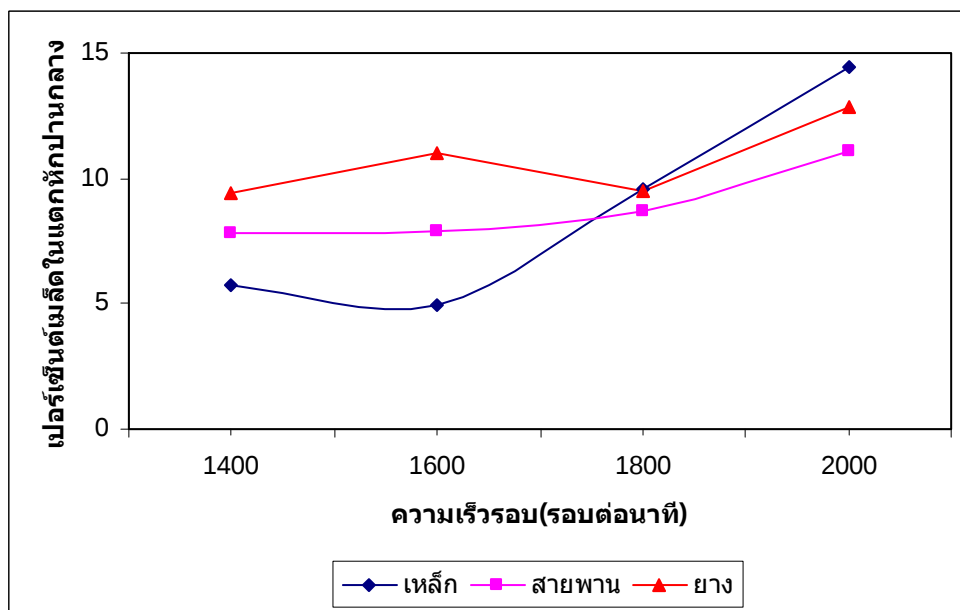
ภาพที่ 53 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้ากระทบ เมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



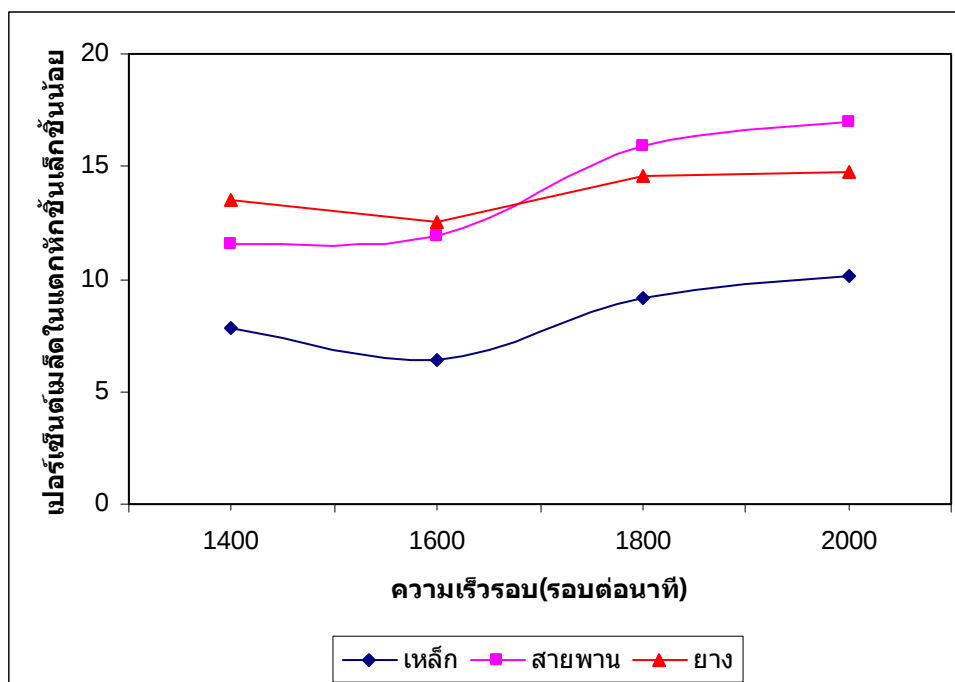
ภาพที่ 54 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 55 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละ
ผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 56 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละ
ผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 57 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักขึ้นเล็กน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

3.1.4 ผลการศึกษาผนังเป้ากระทบ และความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะ โดยใช้อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลการศึกษาการกะเทาะเมล็ดทานตะวันโดยใช้หลักการแบบแรงเหวี่ยง เมื่อทำการทดสอบที่อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 4 ระดับ คือ 1400, 1600, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 21.99, 25.13, 28.27 และ 31.41 เมตรต่อวินาที) ผนังเป้ากระทบเมล็ด 3 ชนิด คือ เหล็ก สายพานผ้าใบ และยาง ที่ความชื้นเมล็ดทานตะวัน 8.36 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ข้อมูลการศึกษาและผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงในตารางผนวกที่ ก3 และตารางผนวกที่ ก7-ก9 ซึ่งพบว่าความเร็วรอบและผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ค่าชี้ผลต่างๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกะเทาะได้เต็มเมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักบางส่วน เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง และเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักขึ้นเล็กน้อย มีผลแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละค่าชี้ผลมีรายละเอียดดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์กะเทาะ จากตารางผนวกที่ ก45 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย พบว่า ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ในแต่ละชนิดของผนังเป้ากระทบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดเฉลี่ย 40.90 เปอร์เซ็นต์ ที่ผนังเป้ากระทบเป็นเหล็ก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป้ากระทบต่างๆ พบว่า เหล็กและสายพานผ้าใบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 40.90 และ 32.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ายาง เมื่อกะเทาะที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 2000 รอบต่อนาที จากภาพที่ 58 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งพบว่าที่ผนังกระทบเป็นเหล็กมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่า สายพานผ้าใบ และยาง

2. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะ ได้เต็มเมล็ด จากตารางผนวกที่ ก46 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1400-1600 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดสูงกว่า 1800-2000 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยในช่วง 70.32-81.48 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป้ากระทบต่างๆ พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะได้วัสดุเต็มเมล็ดลดลง เมื่อความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 59

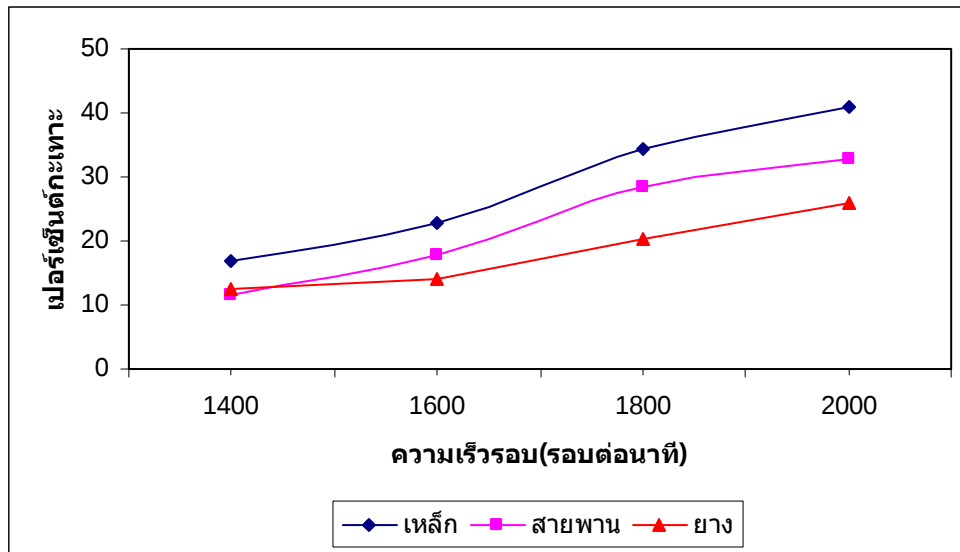
3. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย จากตารางผนวกที่ ก47 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย พบว่า ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด ที่ 1400-1800 รอบต่อนาที ที่พื้นกระทบเป็นยาง มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยสูงกว่าเหล็กและสายพานผ้าใบ มีค่าเฉลี่ยในช่วง 6.72-7.33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ด พบว่าที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 2000 รอบต่อนาที ที่พื้นกระทบเป็นสายพานผ้าใบมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยสูงกว่า เหล็กและยางดังแสดงในภาพที่ 60

4. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลาง จากตารางผนวกที่ ก48 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป้ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ในแต่ละชนิดของผนังเป้ากระทบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุดเฉลี่ย 11.49 เปอร์เซ็นต์ ที่

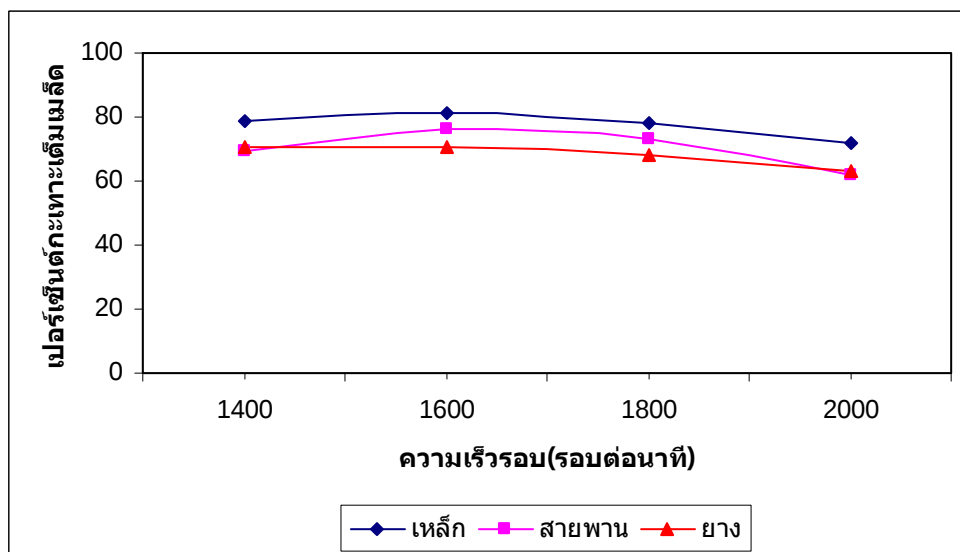
ผนังเป่ากระทบเป็นหลัก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละผนังเป่ากระทบต่างๆ พบว่า เหล็กและสายพานผ้าใบมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 11.49 และ 11.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ายาง แต่ค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในหักกลางไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อกะเทาะที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 2000 รอบต่อนาที ดังแสดงภาพที่ 61

5. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย จากตารางผนวกที่ ก49 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ย พบว่าความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด และผนังเป่ากระทบเมล็ดมีผลเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที ที่ผนังเป่ากระทบเมล็ดเป็นสายพานผ้าใบ มีค่าสูงสุดเฉลี่ย 18.88 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผนังเป่ากระทบเมล็ดที่มีความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะ 2000 รอบต่อนาที พบว่าผนังเป่ากระทบเมล็ดเป็นสายพานผ้าใบ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยสูงกว่าเหล็กและยาง 10.12 และ 15.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 62

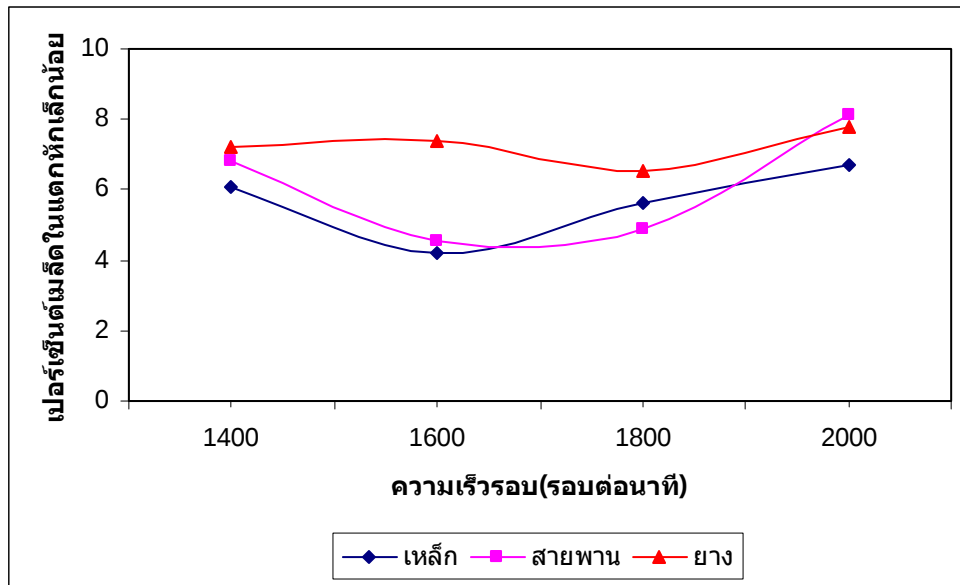
จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ควรเลือกใช้ผนังเป่ากระทบเมล็ดเป็นพื้นหลัก ความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดในช่วง 1400-1600 รอบต่อนาที จะได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยในช่วง 16.84-22.76 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยในช่วง 79.04-81.48 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดในทานตะวันแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยในช่วง 4.22-6.07 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้เมล็ดทานตะวันที่ค่อนข้างสมบูรณ์มาก จึงควรเลือกลักษณะดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาปัจจัยต่างๆ ต่อไป เพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแนวราบให้มีประสิทธิภาพในการกะเทาะสูงสุด



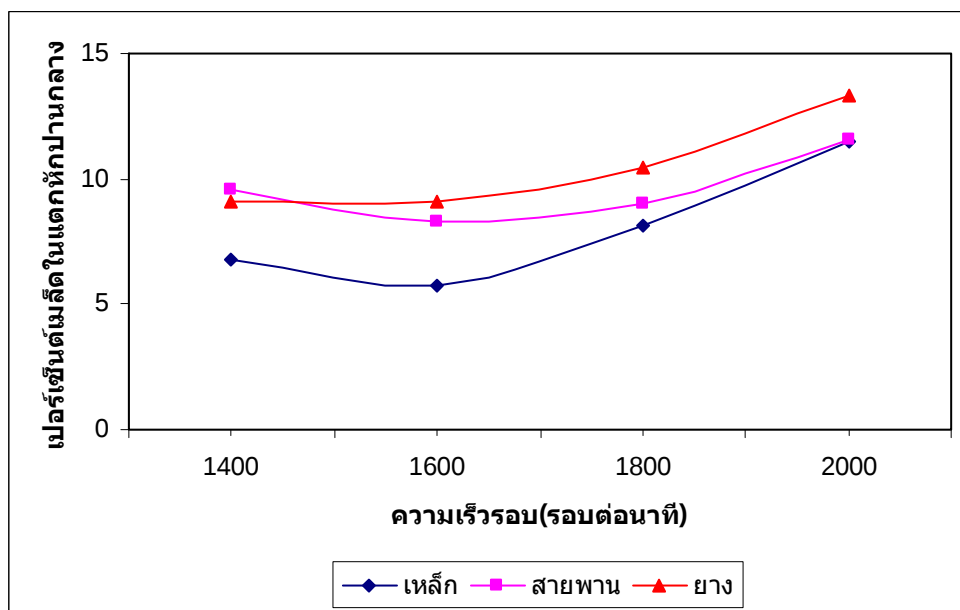
ภาพที่ 58 ผลของความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ในแต่ละผนังเป้ากระทบ เมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



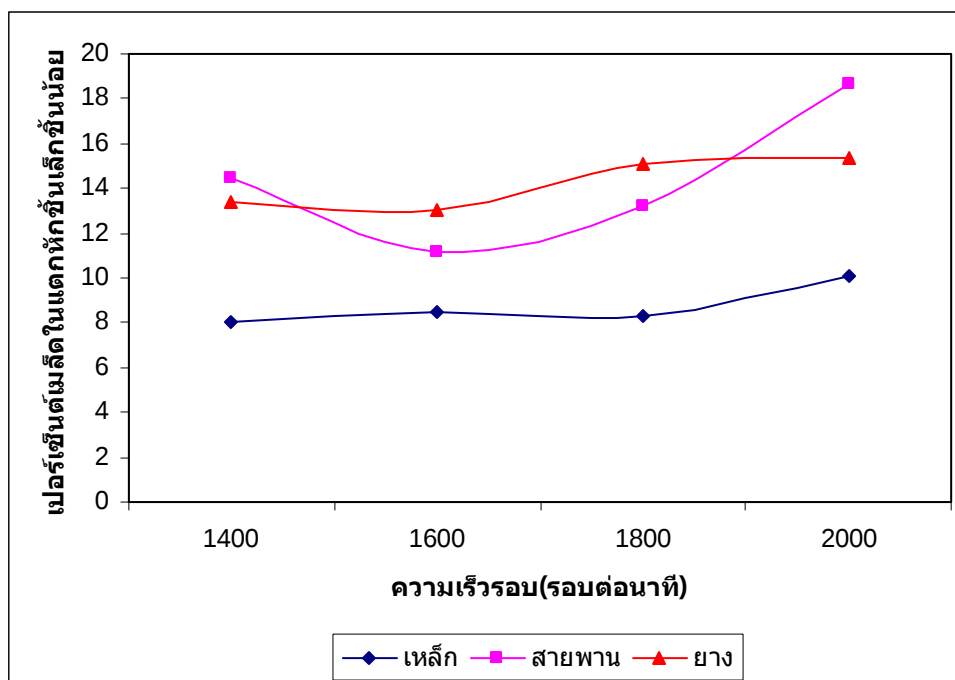
ภาพที่ 59 ผลของความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ด ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 60 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย ในแต่ละ
ผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 61 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลาง ในแต่ละ
ผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 62 ผลของความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย ในแต่ละผนังเป้ากระทบเมล็ดทานตะวันต่างๆ ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

4. ผลการวิเคราะห์และประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันแกนเพลานวตั้งที่ออกแบบ มีต้นทุนในการสร้าง 25,500 บาท จากการทดสอบโดยใช้แรงงานปฏิบัติการ 1 คน สามารถกะเทาะเมล็ดทานตะวันได้เฉลี่ย 130 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานประมาณ 0.727 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง เมื่อกำหนดให้ใช้งานเครื่องวันละ 8 ชั่วโมง ปีละ 160 วัน สามารถคิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและระยะเวลาต้นทุน ได้ดังนี้

4.1 ผลการประเมินค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

ซึ่งค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ ค่าใช้จ่ายคงที่และค่าใช้จ่ายผันแปร

$$AC = FC + VC$$

โดยที่ AC คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน (บาท)
 FC คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท)
 VC คือ ค่าใช้จ่ายผันแปร (บาท)

4.1.1 ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost) ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระยะที่กำหนด ไม่ขึ้นกับปริมาณการใช้เครื่องจักร ประกอบด้วย ดอกเบี้ยจากการลงทุนสร้างเครื่องจักร และค่าเสื่อมราคา

$$\text{ค่าเสื่อมราคาต่อปี (วิธีตรง)} = \frac{(P - L)}{N}$$

$$\text{ค่าเสียโอกาสในการลงทุน} = (P + L) \frac{i}{2}$$

โดยที่ P คือ ราคาสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน (25,500 บาท)
 L คือ ราคาหรือมูลค่าซากเมื่อหมดอายุการใช้งาน ($0.1 \times P$ บาท)
 N คือ อายุการใช้งานของเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน (10 ปี)
 i คือ อัตราดอกเบี้ย (7.50% ต่อปี) 17 ธันวาคม 2551 ธนาคารกรุงเทพ

ดังนั้น

$$\text{มูลค่าซากเครื่อง} = \left(\frac{10}{100} \right) \times 25,500 = 2,550 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าเสื่อมราคา} = \frac{(25,500 - 2,550)}{10} = 2,295 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าเสียโอกาสในการลงทุน} = \frac{25,500 + 2,295}{2} \times \frac{7.50}{100} = 1,042.31 \text{ บาท}$$

$$\text{รวมค่าใช้จ่ายคงที่ (FC)} = 2,295 + 1,042.31 = 3,337.31 \text{ บาทต่อปี}$$

4.1.2 ค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost) ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นตามปริมาณการใช้งาน ประกอบด้วย ค่าบำรุงรักษา ค่าไฟฟ้า ค่าจ้างแรงงาน และค่าซ่อมแซม

เครื่องจักรกลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวมีอายุการใช้งาน 10 ปี จะมีค่าบำรุงรักษา และซ่อมแซมประมาณ 120% ของราคาเครื่อง

$$\text{ค่าบำรุงรักษา} = \frac{(25,500 \times 120)}{100} = 30,600 \text{ บาทต่อปี} = 83.84 \text{ บาทต่อวัน}$$

ค่าบำรุงรักษาและค่าซ่อมแซม คิดเฉลี่ยประมาณวันละ 84 บาท ในระยะเวลา 1 ปีทำงาน 160 วัน วันละ 8 ชั่วโมง

$$\text{ค่าบำรุงรักษา} = 84 \times 160 = 13,440 \text{ บาทต่อปี}$$

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท สิ้นเปลืองไฟฟ้า 0.727 กิโลวัตต์ ใน 1 ปี ทำงาน 160 วัน วันละ 8 ชั่วโมง

$$\begin{aligned} \text{จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้งาน} &= \text{จำนวนกิโลวัตต์} \times \text{จำนวนชั่วโมงทำงาน} \\ &= 0.727 \times 8 \\ &= 5.816 \text{ หน่วยต่อวัน} \end{aligned}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = 3 \times 5.816 \times 160 = 2,791.68 \text{ บาทต่อปี}$$

อัตราค่าจ้างแรงงานวันละ 203 บาท ทำงาน 1 คน (ค่าแรงงานขั้นต่ำ กรุงเทพฯ และปริมณฑล 1 มิถุนายน 2551 กระทรวงแรงงาน)

$$\text{ค่าจ้างแรงงาน} = 1 \times 203 \times 160 = 32,480 \text{ บาทต่อปี}$$

$$\begin{aligned} \text{รวมค่าใช้จ่ายผันแปร (VC)} &= 13,440 + 2,791.68 + 32,480 \\ &= 48,711.68 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}\text{ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC)} &= 3,337.31 + 48,711.68 \\ &= 52,048.99 \approx 52,049 \text{ บาทต่อปี}\end{aligned}$$

4.2 จุดคุ้มทุน (Break Even Point) ของเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน

กำหนดให้ค่าจ้างเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันเท่ากับ 0.5 บาทต่อกิโลกรัม ใน 1 ปี เครื่องทำงาน 160 วัน วันละ 8 ชั่วโมง ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ดังนั้นเครื่องสามารถทำงานได้ 160,000 กิโลกรัมต่อปี

$$BEP = \frac{FC}{(P - VC)}$$

โดยที่ BEP คือ จุดคุ้มทุน (กิโลกรัมต่อปี)

FC คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาทต่อปี)

VC คือ ค่าใช้จ่ายผันแปรต่อหน่วย (บาทต่อปี)

P คือ ราคาขายต่อหน่วย (บาทต่อกิโลกรัม)

ดังนั้น

$$\begin{aligned}\text{จุดคุ้มทุน} &= \frac{3,337.31}{0.5 - (48,711.68/160,000)} = 17,066.10 \text{ กิโลกรัมต่อปี} \\ &= 17.06 \text{ ตันต่อปี}\end{aligned}$$

4.3 ระยะเวลาคืนทุน (Payback period) ของเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวัน

จากรายได้ค่ารับจ้างใช้เครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวัน เท่ากับ 0.5 บาทต่อกิโลกรัม ใน 1 ปี เครื่องทำงาน 160 วัน วันละ 8 ชั่วโมง ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ดังนั้นเครื่องสามารถทำงานได้ 83,200 บาทต่อปี

$$PBP = \frac{CF_0}{YCF}$$

$$YCF = R - AC$$

โดยที่ PBP คือ ระยะเวลาคืนทุน (ปี)

CF_0 คือ ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวัน (บาท)

YCF คือ กำไร (บาทต่อปี)

R คือ รายได้ (บาทต่อปี)

AC คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน

ดังนั้น

$$\text{กำไร} = 83,200 - 52,049 = 31,151 \text{ บาทต่อปี}$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{25,500}{31,151} = 0.81 \text{ ปี} \approx 10 \text{ เดือน}$$

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวัน ดังได้กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปผลการศึกษามีข้อเสนอแนะเพื่อประโยชน์ในการศึกษาและปรับปรุงต่อไป ได้ดังนี้

1. การศึกษาคุณภาพทางกายภาพของเมล็ดทานตะวันที่ใช้ทดสอบเบื้องต้น

ทานตะวันพันธุ์ไพโอเนียร์จัมโบ้ ที่ความชื้น 8.36 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก มีความกว้าง ความยาว ความหนาของเมล็ดทั้งเปลือกเฉลี่ยในช่วง อยู่ระหว่าง 3.79-6.81, 8.56-12.85, 2.40-5.04 มิลลิเมตรตามลำดับ และมีความกว้าง ความยาว ความหนาของเมล็ดในทานตะวันเฉลี่ยในช่วงอยู่ระหว่าง 2.53-4.98, 7.05-9.94, 1.48-3.44 มิลลิเมตรตามลำดับ จากจำนวนตัวอย่าง 500 เมล็ด จากผลการศึกษา มีอัตราส่วนน้ำหนักของเมล็ดในทานตะวันต่อน้ำหนักเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก เฉลี่ย 0.710

2. ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง แกนเพลานวนอน

2.1 การศึกษาลักษณะผนังกระทบเมล็ดทานตะวัน อัตราการป้อนและความเร็วรอบจาน เหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวันพันธุ์ไพโอเนียร์จัมโบ้

พบว่าผนังเป่ากระทบเป็นพื้นเหล็กเป็นวัสดุรองกระทบเมล็ดที่เหมาะสมที่สุด ที่อัตราการป้อนเมล็ด 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมงเป็นอัตราการป้อนที่เหมาะสมที่สุด และที่ความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1,400 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 21.99 เมตรต่อวินาที) เป็นความเร็วจานเหวี่ยงที่เหมาะสมสำหรับการกะเทาะเมล็ดทานตะวัน มีประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ดทานตะวันคิดเป็นเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดเฉลี่ย 36.52 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะจำหน่ายเฉลี่ย 76.61 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากเปอร์เซ็นต์รวมของเปอร์เซ็นต์กะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย 68.02 เปอร์เซ็นต์ รวมกับเปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย 8.59 เปอร์เซ็นต์

3. ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวนตั้ง

3.1 การศึกษาลักษณะผนังกระทบเมล็ดทานตะวัน อัตราการป้อนและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวันพันธุ์ไพโอเนียร์จัมโบ้

พบว่าผนังเป่ากระทบเป็นพื้นเหล็กเป็นวัสดุรองกระทบเมล็ดที่เหมาะสมที่สุด ที่อัตราการป้อนเมล็ด 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมงเป็นอัตราการป้อนที่เหมาะสมที่สุด และที่ความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1,600 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 25.13 เมตรต่อวินาที) เป็นความเร็วจานเหวี่ยงที่เหมาะสมสำหรับการกะเทาะเมล็ดทานตะวัน มีประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ดทานตะวันคิดเป็นเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดเฉลี่ย 24.36 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะจำหน่ายเฉลี่ย 88.68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากเปอร์เซ็นต์รวมของเปอร์เซ็นต์กะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย 84.83 เปอร์เซ็นต์ รวมกับเปอร์เซ็นต์เมล็ดในที่กะเทาะแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย 3.85 เปอร์เซ็นต์

4. ผลการศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวนอน และแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวนตั้ง

เมื่อนำค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะได้เต็มเมล็ดที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละเครื่องมาทำการเปรียบเทียบกัน พบว่า

เครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวนอน โดยมีผนังเป่ากระทบเป็นพื้นเหล็กเป็นวัสดุรองกระทบเมล็ดที่เหมาะสมที่สุด ที่อัตราการป้อนเมล็ด 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมงเป็นอัตราการป้อนที่เหมาะสมที่สุด และที่ความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1,400 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 21.99 เมตรต่อวินาที)

- ประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ดทานตะวันเฉลี่ย 36.52 เปอร์เซ็นต์
- เปอร์เซนต์เมล็ดกะเทาะจำหน่ายเฉลี่ย 76.61 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่ม A + กลุ่ม B)
- เปอร์เซนต์กะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย 68.02 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่ม A)
- เปอร์เซนต์กะเทาะแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย 8.59 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่ม B)

เครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวดั้ง โดยมีผนังเป่ากระทบเป็นพื้นเหล็กเป็นวัสดุรองกระทบเมล็ดที่เหมาะสมที่สุด ที่อัตราการป้อนเมล็ด 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เป็นอัตราการป้อนที่เหมาะสมที่สุด และที่ความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1,600 รอบต่อนาที (ที่ความเร็วเชิงเส้น 25.13 เมตรต่อวินาที)

- ประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ดทานตะวันเฉลี่ย 24.36 เปอร์เซ็นต์
- เปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะจำหน่ายเฉลี่ย 88.68 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่ม A + กลุ่ม B)
- เปอร์เซ็นต์กะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย 84.83 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่ม A)
- เปอร์เซ็นต์กะเทาะแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย 3.85 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่ม B)

ฉะนั้น เครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวดั้ง มีค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะได้เต็มเมล็ดดีกว่า เครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลานวนอน

ข้อเสนอแนะ

1. เมล็ดทานตะวันที่ใช้ในการทดสอบ ควรจะผ่านกระบวนการคัดขนาดเมล็ดก่อน เพื่อใช้ได้ขนาดเมล็ดที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งช่วยทำให้ได้เปอร์เซ็นต์การกะเทาะที่สูงขึ้น
2. ควรจะมีการศึกษาชนิดของผนังเป่ากระทบ ในวัสดุแบบอื่นที่แตกต่างกันไป เพื่อให้ได้สภาวะที่เหมาะสมในการกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2542. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง
อนาคตการส่งเสริมการปลูกทานตะวันในประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,
กรุงเทพฯ.

กองเกษตรสัมพันธ์ กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2537. เอกสารคำแนะนำ
ที่ 128 เรื่องการปลูกทานตะวัน. กรุงเทพฯ.

เกียรติสุดา สุวรรณปา. 2548. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของชุดกะเทาะเมล็ดทานตะวัน
แบบแรงเหวี่ยง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องจักรกลเกษตร,
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นเรนทร บุญส่ง. 2550. การออกแบบและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน.
วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประพันธ์ ศิริพลัปลา. 2530. เครื่องสีข้าวไฟฟ้า. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มานิตย์ ทวีกสิกรรม. 2530. พืชน้ำมันที่มีอนาคตจริงหรือ. ชนาкарเพื่อการเกษตรและสหกรณ์
การเกษตร(ชกศ) 18 (2): 28-32.

ศรีสุดา เตชะสาน และ พัฒนา นรมาศ. 2537. การปลูกทานตะวัน. กรมส่งเสริมการเกษตรและ
สหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมนึก ชูศิลป์, สมโภชน์ สุดาจันทร์ และ วิเชียร ปลื้มกลม. 2544. เครื่องนวดทานตะวัน. รายงาน
โครงการวิจัยภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อารีย์ ทิมินกุล. 2539. การออกแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวัน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์
มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Gupta R.K. and S.K. Das. 1996. Physical Properties of Sunflower Seed. **Journal of
Agricultural Engineering** 1996 (66): 1-8.

_____, 1998. Friction Coefficients of Sunflower Seed and Kernel on Various Structural
Surfaces. **Journal of Agricultural Engineering Research** 1998 (71): 175-180.

_____, 1999. Performance of Centrifugal dehulling system for Sunflower Seed. **Journal of
Food Engineering** 1999 (42): 191-198.

James E Wimberly. 1983. **Paddy Rice Postharvest Industry in Developing Countries.**
International Rice Research Institute, Philippines.

Mc Gregor S.E. 1976. **Insect pollination of cultivated crop plants.** USDA-ARS Agric.
Handb. 496. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.

Sudajan S, Salokhe VM, and Triratansirchai K. 2001. Some Physical Properties of Sunflower
Seed and Head. **Agricultural Engineering Journal** 2001; 10(3&4): 191-207.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ก1 ข้อมูลการศึกษาขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ดทานตะวันทั้งเปลือกและเมล็ดในทานตะวันพันธุ์ไฟโอเนียร์จัมโบ้

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
1	5.65	11.77	3.60	4.18	9.40	2.78
2	5.06	10.73	3.48	3.68	8.39	2.39
3	5.13	10.68	3.11	3.96	8.45	2.19
4	5.06	9.13	3.74	3.63	7.58	2.85
5	5.22	11.38	3.15	3.96	8.87	2.55
6	5.13	11.42	3.43	4.07	8.93	2.36
7	4.54	10.18	2.86	3.42	8.15	2.47
8	4.56	10.29	3.17	3.55	8.32	2.66
9	5.10	9.04	3.68	4.14	7.14	2.83
10	3.99	11.22	2.68	3.06	8.57	2.34
11	5.81	10.13	4.18	4.28	8.00	2.90
12	5.39	11.71	3.18	4.05	9.12	2.27
13	4.82	9.27	3.29	3.61	7.50	2.55
14	3.79	10.27	2.40	3.15	8.28	2.14
15	5.47	11.46	3.50	3.85	9.28	2.63
16	5.11	10.78	2.97	3.56	8.57	2.15
17	5.48	10.62	3.34	4.10	8.55	2.46
18	5.00	10.91	5.04	3.55	8.59	2.91
19	5.31	11.34	3.81	3.97	9.19	2.41
20	4.15	10.54	2.53	3.23	8.54	2.11
21	3.83	10.17	2.81	3.11	8.24	2.08
22	4.62	10.47	3.02	3.54	8.32	2.32
23	4.47	9.16	2.89	3.45	7.31	2.42
24	6.13	11.36	4.28	4.41	9.12	2.30

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
25	6.01	10.82	3.92	4.31	8.18	2.36
26	5.27	11.37	3.34	3.99	9.01	2.18
27	5.87	11.14	3.71	4.08	9.14	2.46
28	5.06	10.06	2.97	4.01	8.26	1.99
29	5.45	9.85	3.91	3.73	8.27	2.78
30	5.14	11.13	3.43	4.00	9.15	2.79
31	5.48	9.24	4.06	4.26	7.61	2.62
32	4.60	10.15	2.57	3.63	8.51	2.15
33	5.03	10.60	3.44	3.99	8.75	2.73
34	4.82	10.45	2.77	3.57	8.10	2.29
35	4.81	10.59	2.86	3.63	8.41	2.33
36	4.80	10.76	2.73	3.64	8.44	2.02
37	4.77	9.72	3.34	3.70	8.06	2.61
38	4.04	10.33	2.74	3.23	8.46	2.56
39	5.17	10.49	3.61	4.15	8.77	2.58
40	6.46	12.00	4.63	4.55	9.30	2.68
41	4.82	10.41	3.37	3.65	8.56	2.19
42	5.09	10.40	3.49	4.19	8.65	2.51
43	4.78	11.09	3.31	3.54	9.36	2.85
44	5.57	10.47	2.90	4.16	8.47	2.19
45	5.26	10.94	3.15	3.94	9.00	2.38
46	5.84	11.36	3.56	4.18	8.61	1.87
47	5.17	8.56	2.92	3.99	8.29	2.41
48	4.56	10.36	2.82	3.68	8.21	2.58
49	4.38	10.36	2.60	3.51	8.05	2.23

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
50	4.58	9.87	2.79	3.62	8.08	2.21
51	6.01	10.72	4.58	4.40	8.66	2.59
52	6.10	9.64	4.04	4.46	7.88	2.38
53	5.55	10.38	3.29	4.01	8.26	2.44
54	4.85	10.40	2.67	3.72	8.54	2.09
55	5.78	11.04	3.81	4.09	8.96	2.32
56	5.50	12.16	3.48	3.79	9.12	2.40
57	6.06	11.62	4.14	4.35	8.93	2.76
58	4.99	10.79	2.98	3.80	8.87	1.80
59	5.83	10.34	3.81	4.14	8.36	2.56
60	5.80	11.05	3.81	4.11	9.00	2.23
61	5.66	11.47	3.11	4.02	8.82	2.34
62	4.52	10.71	2.93	3.65	8.43	2.10
63	5.46	10.38	4.13	4.59	8.33	2.37
64	5.72	11.42	3.78	4.33	9.02	2.74
65	4.81	10.64	2.58	3.79	8.44	2.03
66	4.73	11.09	2.79	3.25	8.51	2.04
67	4.65	9.79	3.02	3.74	7.68	2.32
68	4.43	10.98	2.67	3.39	8.36	2.29
69	5.12	10.43	3.53	3.75	8.30	2.73
70	5.37	11.10	3.71	4.54	8.64	2.72
71	5.33	10.39	3.90	4.04	8.54	2.46
72	5.36	10.21	2.97	4.10	8.43	2.39
73	4.99	10.05	3.52	3.95	8.37	2.46
74	4.84	9.84	3.69	3.69	8.14	2.53

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
75	4.62	9.32	2.73	3.36	8.33	2.22
76	5.57	11.49	3.61	4.18	9.35	2.68
77	4.55	10.21	3.33	3.42	8.53	2.54
78	5.22	10.25	3.63	3.95	8.31	2.89
79	5.03	10.82	2.67	3.69	8.34	2.09
80	4.77	10.89	2.85	3.61	8.61	2.13
81	4.32	10.17	2.56	3.33	8.38	2.21
82	6.00	9.43	4.04	4.62	7.93	3.03
83	6.06	11.64	3.63	4.45	9.17	2.54
84	5.39	12.40	3.00	4.37	9.65	2.11
85	5.95	10.70	4.68	4.39	8.55	2.82
86	4.89	10.62	3.25	3.51	8.45	2.47
87	4.72	10.18	3.08	3.62	8.29	2.62
88	4.50	9.37	2.67	3.39	7.88	2.12
89	4.05	10.86	2.72	3.23	8.58	2.23
90	4.25	10.76	2.72	3.49	8.71	2.37
91	4.13	9.76	2.84	3.32	7.76	2.30
92	4.85	11.59	2.46	3.43	8.71	2.09
93	4.91	10.80	2.90	3.75	8.85	2.36
94	4.65	10.94	2.86	3.54	8.98	2.28
95	5.28	11.43	3.33	3.78	8.81	2.39
96	5.17	10.58	3.01	3.64	8.74	2.60
97	4.60	10.75	2.53	3.39	8.60	2.12
98	4.71	11.32	2.82	3.68	8.77	2.95
99	4.54	10.38	2.93	3.56	8.53	2.92

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
100	4.40	10.89	3.17	3.55	8.91	2.66
101	5.98	10.75	4.01	4.24	8.79	2.49
102	5.38	11.40	3.81	3.90	8.70	2.76
103	5.23	10.83	3.05	3.75	9.13	2.44
104	5.36	10.11	3.60	4.15	8.45	2.57
105	5.81	11.20	4.14	4.35	8.61	2.16
106	5.02	10.30	2.80	3.88	8.48	2.14
107	4.76	10.69	3.04	3.50	8.71	2.38
108	5.00	11.26	2.70	3.73	8.92	2.00
109	4.47	9.69	3.05	3.26	8.03	2.33
110	4.63	10.85	3.05	3.46	8.94	2.10
111	5.02	10.70	2.92	3.78	8.86	2.21
112	4.57	10.30	2.69	3.46	8.42	2.23
113	3.98	10.04	2.88	3.07	7.78	2.96
114	4.44	10.44	2.86	3.54	8.35	2.95
115	5.77	11.49	3.82	4.27	8.19	2.82
116	5.59	11.27	3.78	3.88	9.17	2.69
117	5.40	11.16	3.57	3.78	9.04	2.46
118	5.33	10.76	2.99	4.21	9.65	2.19
119	6.30	12.11	4.33	4.25	9.35	2.59
120	5.69	10.16	3.86	4.10	8.39	2.66
121	5.04	10.35	3.07	3.70	8.44	2.07
122	5.35	10.86	3.63	3.95	8.89	2.63
123	5.83	10.06	4.05	4.38	8.84	2.82
124	5.08	10.53	3.18	3.95	8.38	2.43

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
125	5.60	10.50	3.41	4.19	8.49	2.78
126	5.33	10.88	3.90	3.99	8.36	2.70
127	5.10	11.16	3.11	3.91	8.85	2.43
128	5.45	10.70	3.51	3.88	8.76	2.30
129	5.83	11.92	3.84	4.22	8.81	2.76
130	5.58	11.43	3.93	4.06	8.78	2.17
131	4.98	11.07	2.88	3.70	8.75	2.49
132	4.62	10.34	3.12	3.51	8.13	2.09
133	4.97	10.05	3.24	3.57	8.38	2.20
134	6.31	9.97	4.40	4.93	8.13	2.35
135	5.23	10.51	3.47	3.97	8.58	2.46
136	5.42	10.83	3.72	3.90	8.58	2.61
137	3.81	10.63	3.42	2.99	8.43	2.31
138	5.47	10.85	3.55	3.94	9.04	2.37
139	5.40	10.42	3.04	3.95	8.34	2.47
140	5.09	11.01	3.38	3.71	8.74	2.98
141	4.65	10.47	3.04	3.57	8.62	2.32
142	6.08	10.94	4.16	4.66	8.93	2.40
143	4.94	11.23	3.47	3.76	9.04	2.74
144	5.61	11.10	4.25	4.62	8.62	2.59
145	4.86	9.89	3.23	3.47	8.05	2.68
146	4.69	10.98	3.25	3.59	8.97	2.36
147	4.74	11.88	2.67	3.59	9.17	2.90
148	5.35	11.72	3.17	3.96	9.09	2.46
149	5.53	10.83	3.63	3.93	9.00	2.09

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
150	4.97	11.41	3.03	3.71	8.53	2.28
151	5.24	9.80	3.52	4.19	8.78	2.64
152	4.04	9.49	2.54	3.53	8.02	2.07
153	4.66	11.07	2.83	3.76	9.16	2.45
154	5.22	11.22	3.66	3.91	9.33	1.96
155	5.58	10.77	3.87	4.13	8.94	3.07
156	5.10	10.54	3.62	3.62	8.29	2.63
157	5.64	11.16	3.63	4.13	8.83	2.31
158	4.96	10.74	3.01	3.54	8.61	2.43
159	5.81	11.10	3.72	3.93	8.80	2.84
160	5.58	9.93	3.62	3.97	8.39	2.68
161	6.09	10.34	4.23	4.58	8.33	2.44
162	5.62	11.23	4.20	4.36	9.08	2.76
163	5.42	11.30	3.67	4.16	8.87	2.66
164	5.26	11.90	3.09	4.09	9.38	2.66
165	5.48	10.03	3.28	4.10	9.08	2.54
166	5.02	11.33	2.92	4.03	8.94	2.44
167	5.05	10.65	3.07	4.01	8.64	2.45
168	5.27	10.56	3.42	4.20	8.88	2.93
169	5.24	11.25	3.42	3.81	9.08	2.70
170	5.81	10.70	3.77	4.08	8.56	2.65
171	6.31	11.10	4.57	4.98	9.09	2.76
172	5.56	10.63	3.24	4.45	8.83	2.39
173	6.19	11.29	3.71	4.44	9.29	2.53
174	5.04	10.93	3.02	3.83	8.71	2.41

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
175	6.80	10.33	4.81	4.90	8.39	2.75
176	5.17	10.51	3.46	3.94	8.81	2.35
177	5.17	10.50	3.53	3.89	8.79	2.00
178	5.00	10.42	2.86	3.59	8.74	2.14
179	4.62	10.52	2.75	3.69	8.60	2.28
180	4.81	11.68	3.15	3.50	9.32	2.49
181	4.94	11.51	3.06	3.58	9.46	2.71
182	5.94	11.87	3.72	4.03	9.39	2.54
183	5.94	11.67	4.07	4.06	9.09	2.36
184	5.18	11.32	3.21	4.05	9.07	2.61
185	5.17	9.87	3.19	3.93	8.03	2.67
186	5.42	10.22	3.19	3.95	8.16	2.00
187	5.21	10.23	3.61	3.10	8.12	2.50
188	5.30	9.97	2.47	4.19	8.43	3.04
189	4.90	11.22	3.14	3.79	8.83	2.75
190	4.76	11.08	2.77	3.86	8.89	2.38
191	5.77	11.71	3.45	3.86	9.00	2.00
192	6.41	10.37	4.39	4.82	8.49	2.58
193	6.21	11.08	4.30	4.60	8.79	2.49
194	6.36	11.35	3.86	4.56	8.81	2.59
195	5.52	10.54	3.59	4.06	8.87	2.77
196	5.38	10.14	3.36	3.90	8.41	2.42
197	4.51	10.07	3.35	3.53	8.33	2.39
198	4.62	9.96	3.03	3.80	7.97	2.72
199	4.64	10.78	2.83	3.53	8.52	2.43

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
200	4.44	10.04	2.53	3.47	8.41	2.41
201	4.95	10.03	3.13	3.40	8.12	2.12
202	4.77	11.12	2.94	3.73	9.02	2.13
203	5.14	11.26	2.80	3.75	9.04	2.20
204	4.46	10.94	2.74	2.72	7.74	1.48
205	4.91	11.03	2.78	3.64	8.92	2.03
206	4.51	10.56	2.70	3.56	8.83	2.51
207	4.59	9.47	2.58	3.55	7.97	2.30
208	5.04	8.67	3.07	3.86	7.44	2.53
209	4.25	10.49	2.76	2.53	8.80	2.49
210	4.53	11.10	3.04	3.55	8.96	2.63
211	5.06	10.46	3.65	4.02	8.26	2.52
212	5.57	10.70	3.21	4.12	8.78	2.20
213	6.37	11.01	4.45	4.61	9.02	2.84
214	5.57	9.71	3.82	4.18	8.12	2.76
215	5.40	9.72	3.33	4.31	8.08	2.50
216	5.56	11.66	3.85	4.45	9.34	2.81
217	4.65	10.63	3.01	3.83	8.42	2.61
218	4.30	9.96	2.63	3.52	8.02	2.21
219	5.12	10.68	2.48	3.72	7.96	2.01
220	4.48	9.66	3.02	3.45	7.77	1.90
221	4.51	10.71	2.65	3.35	8.56	2.05
222	4.37	10.18	2.56	3.30	8.43	2.26
223	5.23	11.29	3.68	3.75	9.05	2.59
224	5.38	10.15	3.87	3.85	8.43	2.49

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
225	4.67	10.69	2.59	3.70	8.46	2.17
226	4.90	10.79	2.92	3.60	8.44	2.50
227	4.92	10.70	2.98	3.70	8.75	2.35
228	5.54	11.59	3.43	3.96	9.08	2.90
229	5.27	10.38	3.16	4.08	8.25	2.52
230	5.35	11.48	2.53	4.13	9.21	2.42
231	5.69	11.86	3.20	4.18	9.37	2.44
232	5.36	9.33	2.91	3.96	7.39	2.20
233	5.08	10.09	3.08	3.98	7.33	2.14
234	4.99	10.69	3.27	4.00	8.92	2.70
235	4.94	10.49	3.16	3.90	8.50	2.56
236	5.31	10.38	3.31	4.05	8.70	2.42
237	5.37	9.88	3.90	4.11	8.30	2.38
238	5.16	10.73	3.21	4.24	8.81	2.32
239	5.23	9.94	3.51	4.10	8.30	2.41
240	5.57	9.27	3.47	4.03	7.27	2.39
241	5.82	10.32	3.85	4.43	8.54	2.36
242	5.08	10.65	3.30	4.04	8.78	2.33
243	5.79	11.37	3.61	3.96	8.74	2.47
244	5.43	10.87	3.62	3.88	8.85	2.29
245	5.30	11.34	3.99	4.02	9.08	2.61
246	4.62	9.95	2.89	3.84	8.09	2.02
247	5.26	9.64	3.47	4.11	7.96	2.66
248	4.73	10.10	2.97	3.84	8.01	2.01
249	5.54	10.91	3.78	3.93	8.92	2.47

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
250	5.83	10.37	4.02	4.08	8.59	2.89
251	5.75	11.56	3.81	4.07	9.14	3.01
252	6.28	11.19	4.44	4.54	9.76	2.60
253	5.29	10.96	3.12	4.10	9.00	2.47
254	5.37	11.14	3.03	3.98	9.05	1.90
255	5.72	10.75	3.94	4.29	8.71	2.20
256	6.04	11.42	3.70	4.49	8.76	2.50
257	5.29	11.18	3.20	4.06	8.74	2.62
258	6.81	11.95	4.15	4.75	9.13	2.54
259	5.76	11.18	3.97	4.18	9.02	2.90
260	5.17	11.04	3.17	3.88	8.49	2.26
261	6.09	11.44	4.53	4.43	9.32	2.76
262	6.23	11.27	4.50	4.90	8.89	2.65
263	5.32	11.18	3.17	4.08	9.06	2.36
264	5.67	11.66	3.70	4.05	8.90	2.75
265	5.30	11.82	3.13	3.82	9.01	2.35
266	5.38	11.19	3.36	3.93	9.01	2.41
267	5.64	10.75	3.95	4.15	8.64	2.78
268	6.13	11.00	4.20	4.32	8.71	2.66
269	5.20	11.10	3.22	4.04	8.58	2.70
270	5.90	11.87	4.04	4.54	9.56	2.18
271	5.14	10.94	3.37	3.79	8.86	2.33
272	6.17	10.82	4.21	4.57	9.14	2.94
273	5.37	10.23	3.51	4.23	8.32	2.76
274	5.24	10.84	3.21	4.05	9.27	2.50

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
275	5.71	11.59	3.61	4.16	9.10	2.46
276	6.61	11.32	4.43	4.95	9.09	2.39
277	5.57	11.10	3.52	3.93	9.20	2.66
278	4.85	10.27	2.84	3.78	8.06	2.39
279	5.17	11.23	3.25	3.70	8.83	2.61
280	4.66	11.32	2.99	3.56	9.18	2.23
281	4.77	11.20	2.93	3.66	8.98	2.49
282	5.46	10.63	3.65	4.07	8.54	2.35
283	5.72	10.55	3.69	4.18	8.53	2.33
284	6.02	11.20	3.85	4.11	8.93	2.70
285	5.59	10.99	3.55	3.90	8.53	2.55
286	4.92	10.00	3.08	3.85	8.20	2.37
287	6.03	11.20	4.58	4.62	9.04	2.64
288	5.62	10.74	3.34	4.15	8.84	2.38
289	5.25	11.60	3.01	3.81	8.80	2.06
290	5.68	11.32	3.51	4.06	9.34	2.53
291	5.43	11.03	3.27	4.15	9.04	2.46
292	5.78	11.08	3.89	4.28	8.76	2.86
293	5.67	10.67	4.09	3.96	9.10	2.65
294	5.47	10.21	3.82	4.29	8.41	2.70
295	5.22	11.48	2.78	3.73	8.87	2.21
296	4.95	10.51	3.27	3.75	7.66	2.42
297	5.70	10.78	3.29	4.03	8.78	2.51
298	5.08	11.35	2.70	3.75	9.00	2.14
299	5.23	11.20	3.41	4.06	8.56	2.23

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
300	5.99	11.04	4.34	4.39	8.61	2.53
301	4.70	10.82	2.75	3.56	8.12	2.26
302	4.58	10.24	2.45	3.44	8.17	1.93
303	6.59	11.13	4.21	4.80	9.18	2.42
304	5.17	10.72	2.71	3.61	8.84	2.09
305	6.09	11.64	3.71	4.30	9.51	2.53
306	5.09	10.46	3.53	3.87	8.35	2.69
307	4.59	10.89	2.99	3.30	8.90	2.40
308	5.09	10.92	3.29	3.73	9.15	2.55
309	5.31	10.86	3.58	3.81	8.88	2.18
310	4.92	10.54	2.86	3.94	8.78	2.18
311	4.92	10.62	3.42	3.74	8.33	2.20
312	5.53	11.43	3.66	3.77	9.43	2.54
313	5.42	10.24	3.51	4.40	8.46	2.71
314	4.03	10.82	2.51	3.25	8.40	2.24
315	4.85	10.85	2.96	3.62	8.83	2.27
316	4.75	9.72	3.34	3.51	7.07	2.38
317	4.44	10.12	2.61	3.49	8.54	2.17
318	4.60	9.62	3.07	3.47	7.44	2.41
319	6.13	12.01	4.06	4.38	9.30	2.93
320	4.78	10.38	3.01	3.71	8.61	2.49
321	5.68	9.92	4.11	4.09	7.97	2.92
322	5.91	11.21	3.74	3.96	8.84	2.61
323	5.60	9.63	4.15	4.18	7.72	2.64
324	5.91	11.37	4.28	4.61	9.16	2.49

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
325	5.33	10.16	3.42	3.92	8.38	2.54
326	5.26	10.97	3.40	4.11	8.81	2.33
327	6.21	11.72	4.28	4.63	9.19	3.07
328	5.29	12.10	3.51	3.81	9.42	2.60
329	5.54	10.05	3.93	4.07	8.23	2.81
330	5.41	10.65	3.28	4.22	8.53	2.63
331	6.04	11.17	3.94	4.19	9.07	2.63
332	5.77	10.88	3.86	4.20	9.09	2.44
333	5.26	10.88	3.05	4.28	8.69	2.42
334	4.65	9.23	3.15	3.38	7.45	2.10
335	6.35	10.60	4.48	4.74	8.68	2.69
336	5.36	10.38	4.00	4.11	8.45	2.77
337	6.07	11.87	4.35	4.28	9.18	2.84
338	5.14	10.34	3.48	3.96	8.90	2.58
339	4.68	9.84	2.81	3.67	8.02	2.24
340	5.61	10.81	3.60	4.07	8.64	2.59
341	5.50	11.31	3.64	4.16	9.23	2.58
342	5.36	10.72	3.30	3.96	9.09	2.21
343	5.09	11.20	3.43	3.70	9.06	2.70
344	5.05	10.38	2.99	3.49	8.00	2.21
345	5.10	10.90	3.26	3.80	9.04	2.39
346	6.30	10.58	3.93	4.41	8.89	2.47
347	5.24	11.63	3.28	4.09	9.12	2.71
348	4.11	10.53	2.73	3.13	8.39	2.51
349	4.45	10.56	2.98	3.35	8.39	1.82

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
350	5.09	10.65	3.26	3.64	8.61	2.58
351	6.10	10.13	4.42	4.75	8.29	2.51
352	5.46	9.68	3.67	4.24	7.05	2.84
353	6.11	12.28	4.25	4.29	9.32	2.52
354	5.27	10.27	3.59	3.94	8.59	2.46
355	5.57	11.23	3.35	3.97	8.96	2.24
356	5.42	9.98	3.61	4.28	8.16	2.69
357	5.09	10.25	3.33	4.02	8.59	2.86
358	6.12	11.21	4.33	4.43	8.84	2.74
359	5.33	10.80	3.47	4.05	8.79	2.98
360	5.43	10.97	3.96	4.15	8.85	2.88
361	6.25	10.05	3.61	4.41	8.32	2.41
362	5.66	11.27	3.14	4.05	8.82	2.47
363	6.02	11.22	3.69	4.45	9.03	2.75
364	5.77	10.45	3.67	4.44	8.39	2.52
365	6.48	11.29	4.51	4.38	9.35	2.61
366	5.59	11.54	3.54	4.06	9.30	2.24
367	5.55	11.22	3.55	4.02	8.98	2.37
368	4.99	10.47	3.05	3.67	8.92	2.43
369	4.87	10.32	3.33	3.77	8.58	2.35
370	5.44	11.37	2.91	3.74	8.95	2.35
371	4.67	11.05	2.57	3.54	8.61	2.19
372	5.94	10.53	3.96	4.42	8.81	2.32
373	6.04	11.45	4.30	4.56	9.58	2.83
374	5.09	10.33	2.89	3.90	8.59	2.41

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
375	5.21	11.32	3.35	4.14	9.27	2.44
376	6.68	11.95	4.31	4.93	9.46	2.47
377	5.57	10.55	3.08	4.32	8.61	2.35
378	5.90	10.87	4.10	4.10	8.63	2.74
379	4.93	10.82	3.15	3.75	8.82	2.51
380	4.36	10.22	2.82	3.79	8.98	2.56
381	5.52	11.21	3.11	4.05	9.26	2.34
382	6.38	11.14	4.10	4.37	9.05	2.68
383	5.62	10.69	3.97	4.23	8.83	2.69
384	6.17	11.57	3.77	4.76	8.88	2.63
385	5.48	10.56	3.61	4.15	8.57	2.64
386	5.91	11.63	3.31	4.32	9.07	2.29
387	4.87	10.89	2.83	3.57	8.92	2.48
388	4.79	10.65	2.95	3.74	8.77	2.20
389	6.10	10.99	3.84	4.07	8.96	2.74
390	6.29	11.33	4.47	4.69	9.37	2.44
391	4.77	10.86	2.87	3.61	8.93	2.54
392	5.87	11.04	4.10	4.34	8.95	2.28
393	5.57	10.76	3.51	4.08	8.71	2.28
394	4.86	10.66	3.07	3.89	8.95	2.49
395	6.01	11.14	3.93	4.12	8.89	2.70
396	5.63	11.11	3.24	4.12	8.70	2.39
397	5.05	11.12	3.13	3.92	9.10	2.31
398	5.26	11.23	3.54	4.10	9.04	2.41
399	5.20	10.85	3.17	4.02	9.03	2.62

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
400	4.98	10.60	2.93	3.82	8.99	2.27
401	5.48	10.95	3.30	3.93	8.92	2.50
402	5.92	11.82	4.10	4.29	9.19	2.38
403	5.65	11.58	3.99	4.35	9.12	2.59
404	5.98	11.13	3.42	3.68	8.56	2.30
405	5.11	10.60	3.22	3.94	8.59	2.48
406	4.77	11.38	3.05	3.86	8.97	2.44
407	5.73	10.76	4.23	4.40	8.73	2.63
408	5.94	11.56	3.60	4.47	9.32	2.88
409	5.27	11.24	3.60	3.94	8.88	2.14
410	5.17	9.72	3.19	3.96	8.33	2.56
411	4.70	11.64	2.89	3.65	9.15	2.31
412	4.98	9.58	2.73	3.62	8.25	2.03
413	5.47	11.39	3.25	4.02	9.07	2.12
414	6.14	10.50	4.35	4.33	8.35	2.30
415	5.17	10.79	3.17	4.06	8.42	2.56
416	5.26	10.24	3.37	4.14	8.36	2.55
417	5.41	10.81	3.13	4.05	8.92	2.39
418	5.22	11.46	3.15	3.59	8.83	1.82
419	5.39	9.82	3.29	3.76	8.32	2.26
420	5.95	10.59	3.75	4.11	8.83	2.70
421	5.68	11.36	3.44	4.02	9.14	2.50
422	5.56	10.83	2.70	4.07	8.74	2.13
423	4.91	11.62	2.88	3.41	9.09	2.28
424	5.18	10.63	2.89	4.03	8.89	2.23

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
450	4.78	10.87	3.17	3.60	8.84	2.77
451	5.29	11.31	2.61	4.03	8.62	2.11
452	6.08	11.16	3.98	4.44	9.00	2.48
453	5.39	10.99	3.67	4.21	9.04	2.67
454	5.37	11.50	3.47	3.76	9.08	2.27
455	5.33	11.65	3.60	4.00	9.23	2.82
456	5.53	11.18	3.72	3.91	9.00	2.43
457	6.59	12.85	4.42	4.69	9.94	2.34
458	6.22	10.77	4.02	4.76	8.53	2.84
459	5.29	10.77	2.72	4.17	8.56	2.26
460	4.99	10.29	3.24	3.90	8.52	2.47
461	4.88	10.04	3.09	3.15	8.48	2.28
462	5.85	10.63	3.77	4.33	8.74	2.25
463	6.33	10.45	4.00	4.56	8.43	2.66
464	5.94	11.39	3.25	4.02	9.03	2.48
465	5.57	11.14	3.76	4.33	9.03	2.77
466	5.61	11.40	3.36	3.90	8.56	2.51
467	5.20	10.93	3.07	3.96	8.50	2.39
468	5.73	11.65	3.39	4.34	9.16	2.02
469	5.55	11.02	3.32	3.89	9.17	2.27
470	5.90	11.23	3.40	4.45	9.33	2.10
471	4.79	10.91	2.92	3.78	8.84	2.34
472	4.58	11.01	2.83	3.66	8.68	2.44
473	5.72	11.80	4.06	4.25	9.05	2.51
474	6.06	11.41	4.14	4.24	9.23	2.60

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
475	5.15	10.04	3.51	3.91	8.66	3.44
476	4.96	11.41	3.44	3.51	8.77	2.20
477	4.58	11.24	2.48	3.50	8.88	2.07
478	5.62	10.95	3.79	3.90	8.75	2.41
479	5.59	11.73	3.31	4.01	8.92	2.16
480	4.81	11.29	3.04	3.76	8.78	2.75
481	5.71	10.11	3.77	4.41	8.41	2.36
482	5.29	10.62	3.42	3.99	8.73	2.76
483	5.61	10.53	3.96	4.70	8.26	2.56
484	6.14	10.98	4.33	4.51	8.56	2.76
485	5.70	10.87	3.54	3.93	8.81	2.45
486	5.16	10.56	2.79	4.23	8.44	2.35
487	6.08	11.06	4.37	4.43	8.52	2.46
488	6.13	12.41	4.30	4.74	9.63	2.48
489	5.53	11.57	3.25	3.88	8.94	2.63
490	5.13	10.99	3.38	3.75	8.78	2.75
491	5.12	10.60	3.42	3.73	8.38	2.65
492	5.29	10.77	3.58	4.06	8.77	2.69
493	6.01	11.31	4.06	3.94	9.27	2.95
494	5.57	9.49	3.71	4.53	7.94	2.53
495	5.53	11.12	4.12	4.22	9.09	2.57
496	5.47	10.77	3.45	4.03	8.90	2.47
497	5.20	11.56	3.21	3.83	9.08	2.18
498	5.19	11.52	2.95	3.70	8.89	2.27
499	5.29	11.55	3.12	3.65	8.94	2.29

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เมล็ดทานตะวันทั้งเปลือก			เมล็ดในทานตะวัน		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
500	4.67	10.84	3.15	3.73	8.89	2.65
ค่าเฉลี่ย	5.30	10.79	3.41	3.96	8.69	2.46
ค่าสูงสุด	6.81	12.85	5.04	4.98	9.94	3.44
ค่าต่ำสุด	3.79	8.56	2.40	2.53	7.05	1.48

ตารางผนวกที่ ก2 ข้อมูลการศึกษาการทดสอบอัตราการป้อน พลังเป่ากระทบและความเร็วรอบจาน
 เหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ เมื่อใช้
 เมล็ดทานตะวันพันธุ์ไพโอเนียร์จัมโบ้ ที่ความชื้น 8.36 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ป้อน	ข้อ เข้า	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเทาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
เหล็ก	1400	75	1	32.79	57.44	11.11	15.33	16.11
			2	37.69	62.78	10.00	13.47	13.75
			3	33.94	63.65	8.97	10.44	16.94
			4	33.05	61.19	12.68	10.47	15.66
			เฉลี่ย	34.38	61.34	10.65	12.45	15.55
		100	1	35.71	67.19	9.04	10.09	13.69
			2	37.59	67.59	7.07	10.97	14.36
			3	36.59	65.75	9.50	11.70	13.05
			4	36.19	71.59	8.82	8.82	10.78
			เฉลี่ย	36.52	68.02	8.59	10.41	12.98
	125	125	1	32.37	62.34	11.06	10.65	15.95
			2	27.09	63.09	8.10	13.25	15.57
			3	34.38	62.66	10.56	11.83	14.94
			4	31.26	64.01	10.19	9.42	16.38
			เฉลี่ย	31.29	63.01	10.07	11.22	15.70
		150	1	36.04	66.90	10.87	10.50	11.73
			2	34.85	67.71	10.21	11.70	10.38
			3	31.59	66.41	11.04	11.97	10.58
			4	35.90	65.03	12.80	11.47	10.70
			เฉลี่ย	34.61	66.50	11.25	11.39	10.86

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
เหล็ก	1600	75	1	36.22	49.73	10.01	19.68	20.58
			2	45.09	54.14	10.21	15.97	19.67
			3	38.33	50.63	12.16	16.29	20.93
			4	38.50	51.69	10.77	17.63	19.90
			เฉลี่ย	39.57	51.70	10.77	17.29	20.24
		100	1	35.86	53.14	10.98	16.08	19.81
			2	38.51	58.73	8.01	15.90	17.36
			3	39.22	49.56	10.02	16.25	24.18
			4	37.66	55.87	11.55	17.85	14.72
			เฉลี่ย	37.82	54.31	10.11	16.52	19.05
	1800	125	1	41.22	52.54	9.42	19.45	18.59
			2	37.73	51.23	10.51	13.24	25.02
			3	36.95	55.89	10.42	16.41	17.28
			4	38.79	53.99	10.77	17.28	17.96
			เฉลี่ย	38.68	53.39	10.26	16.68	19.67
		150	1	40.34	53.47	10.18	16.68	19.68
			2	30.67	54.28	13.29	17.13	15.29
			3	39.01	57.23	8.28	16.59	17.90
			4	33.84	61.81	9.45	15.28	13.46
			เฉลี่ย	36.02	56.62	10.14	16.42	16.82
	1800	75	1	43.37	50.65	14.29	16.16	18.90
			2	46.88	43.77	14.51	17.54	24.18
			3	42.46	44.11	13.02	18.79	24.08
			4	43.64	47.04	15.71	17.44	19.81
			เฉลี่ย	44.09	46.35	14.40	17.47	21.78

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
เหล็ก	1800	100	1	50.18	45.16	13.58	20.09	21.17
			2	47.10	46.59	14.35	18.49	20.58
			3	45.51	46.12	13.02	17.93	22.92
			4	44.70	46.14	14.33	17.96	21.57
			เฉลี่ย	46.89	45.98	13.82	18.66	21.54
		125	1	39.35	47.71	12.75	15.51	24.04
			2	43.63	42.29	12.71	17.23	27.77
			3	45.40	45.01	11.28	17.73	25.99
			4	44.81	48.52	11.09	17.88	22.51
			เฉลี่ย	43.32	45.85	11.92	17.14	25.09
	2000	150	1	42.27	48.45	13.06	16.46	22.03
			2	37.67	43.79	11.19	19.22	25.80
			3	43.81	44.93	11.52	14.73	28.82
			4	41.75	41.70	12.13	19.19	26.99
			เฉลี่ย	41.38	44.76	11.99	17.31	25.94
		75	1	47.14	41.77	13.18	19.22	25.83
			2	48.03	35.00	10.96	21.95	32.09
			3	50.14	36.02	13.85	20.96	29.17
			4	45.86	37.21	10.90	22.30	29.59
			เฉลี่ย	47.80	37.46	12.26	21.10	29.18
	100		1	48.59	36.69	12.66	18.94	31.71
			2	40.49	35.45	14.76	18.23	31.56
			3	44.60	42.22	13.85	18.58	25.35
			4	43.87	38.89	15.72	16.56	28.83
			เฉลี่ย	44.41	38.34	14.19	18.10	29.37

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
เหล็ก	2000	125	1	45.69	40.19	15.50	19.56	24.74
			2	47.26	37.41	15.98	20.59	26.01
			3	42.22	40.99	12.90	19.68	26.44
			4	44.94	38.02	14.64	21.44	25.90
			เฉลี่ย	45.04	39.10	14.81	20.33	25.76
		150	1	45.45	44.03	14.38	15.17	26.41
			2	43.58	40.60	15.83	17.56	26.00
			3	42.06	39.17	12.65	18.74	29.44
			4	43.11	40.68	16.27	16.08	26.96
			เฉลี่ย	43.56	41.18	14.80	16.85	27.17
	1400	75	1	40.39	50.22	10.49	18.15	21.14
			2	42.17	50.98	12.26	15.82	20.94
			3	42.60	49.84	10.78	16.59	22.79
			4	42.40	51.17	11.19	15.94	21.71
			เฉลี่ย	41.89	50.55	11.19	16.60	21.66
		100	1	31.86	51.99	9.34	14.12	24.55
			2	33.83	54.77	12.16	16.29	16.78
			3	37.90	51.38	10.53	18.53	19.55
			4	35.86	51.29	12.14	18.63	17.94
			เฉลี่ย	34.89	52.30	11.08	17.03	19.59
สายพาน ผ้าใบ	1400	125	1	35.09	55.22	10.69	11.92	22.17
			2	29.02	51.06	11.09	17.76	20.10
			3	34.15	49.78	11.30	19.90	19.02
			4	33.68	53.74	11.78	15.59	18.89
			เฉลี่ย	33.00	52.53	11.21	16.20	20.06

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
สายพาน ผ้าใบ	1400	150	1	34.43	55.59	9.65	13.32	21.44
			2	31.19	55.03	9.44	16.12	19.41
			3	38.55	56.51	9.51	16.33	17.66
			4	33.57	56.19	10.13	16.34	17.34
			เฉลี่ย	34.45	55.87	9.68	15.53	18.93
		75	1	46.89	40.72	10.03	21.89	27.36
			2	46.87	42.99	9.33	20.59	27.09
			3	46.42	39.57	12.67	19.74	28.02
			4	45.64	42.86	9.64	19.67	27.83
			เฉลี่ย	46.45	41.53	10.42	20.48	27.57
	1600	100	1	45.55	39.72	8.76	20.30	31.22
			2	43.29	39.99	10.49	19.32	30.20
			3	44.10	35.68	10.70	16.85	36.78
			4	44.03	39.95	9.95	16.69	33.41
			เฉลี่ย	44.25	38.84	9.96	18.30	32.90
		125	1	42.37	42.09	10.37	16.44	31.11
			2	49.47	43.54	10.50	22.47	23.49
			3	37.92	44.70	9.67	21.02	24.61
			4	47.24	42.38	9.88	24.76	22.99
			เฉลี่ย	44.31	43.13	10.13	21.35	25.40
		150	1	42.57	43.51	11.31	20.40	24.77
			2	42.26	38.24	11.51	19.45	30.79
			3	39.29	41.32	10.94	17.99	29.75
			4	40.32	42.06	11.08	19.59	27.27
			เฉลี่ย	41.12	41.28	11.22	19.39	28.11

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
สายพาน ผ้าใบ	1800	75	1	51.36	35.61	8.95	18.62	36.82
			2	50.59	35.66	11.38	22.76	30.20
			3	48.51	36.41	7.84	23.35	32.40
			4	47.31	34.74	9.01	21.51	34.74
			เฉลี่ย	49.45	35.61	9.31	21.53	33.55
		100	1	45.91	39.52	9.05	20.45	30.97
			2	48.84	37.85	6.88	19.71	35.55
			3	45.46	37.31	11.10	19.84	31.75
			4	43.64	37.82	9.56	20.64	31.98
			เฉลี่ย	45.97	38.12	9.10	20.15	32.63
		125	1	40.44	38.60	12.76	20.49	28.15
			2	37.57	43.55	12.94	21.77	21.74
			3	37.75	38.88	11.70	26.69	22.73
			4	39.05	43.39	11.69	23.86	21.07
			เฉลี่ย	38.70	41.07	12.27	23.16	23.49
	2000	150	1	49.20	33.55	9.93	20.88	35.64
			2	45.00	35.08	9.44	21.70	33.78
			3	41.29	40.85	9.95	18.18	31.02
			4	43.35	40.36	12.83	15.10	31.72
			เฉลี่ย	44.74	37.24	10.51	19.07	33.18
		75	1	56.56	23.69	8.13	24.75	43.43
			2	52.92	27.63	8.52	25.42	38.43
			3	48.77	27.36	9.52	26.00	37.12
			4	52.55	30.76	7.98	26.00	35.26
			เฉลี่ย	52.72	27.28	8.51	25.52	38.69

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
สายพาน ผ้าใบ	2000	100	1	53.04	30.31	8.99	21.45	39.25
			2	53.80	28.61	8.84	23.75	38.80
			3	49.72	32.22	10.74	22.88	34.15
			4	50.88	30.99	10.71	22.24	36.06
			เฉลี่ย	51.87	30.49	9.79	22.58	37.14
		125	1	50.78	33.86	10.72	22.60	32.82
			2	46.49	31.32	12.88	21.09	34.71
			3	48.26	31.30	11.76	21.38	35.55
			4	46.73	35.55	11.88	22.24	30.34
			เฉลี่ย	48.06	33.00	11.79	21.84	33.37
	150		1	50.83	30.35	7.76	22.71	39.18
			2	50.11	33.55	8.56	21.46	36.43
			3	49.80	32.77	7.75	19.71	39.77
			4	51.55	33.06	7.79	19.32	39.83
			เฉลี่ย	50.58	32.43	7.96	20.79	38.81
		75	1	33.40	56.29	11.60	11.34	20.77
			2	35.56	57.67	9.79	13.92	18.63
			3	34.48	63.89	7.59	11.25	17.27
			4	35.11	59.41	11.75	11.03	17.81
			เฉลี่ย	34.64	59.34	10.17	11.90	18.59
ยาง	1400	100	1	30.55	56.67	13.10	14.34	15.90
			2	33.78	60.16	9.16	14.20	16.49
			3	35.35	62.27	10.75	13.52	13.45
			4	33.50	63.66	11.82	12.70	11.82
			เฉลี่ย	33.30	60.80	11.15	13.67	14.38

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
ยาง	1400	125	1	31.67	62.93	8.16	12.86	16.05
			2	29.54	58.19	11.20	11.41	19.20
			3	30.98	55.89	11.04	14.26	18.81
			4	32.20	59.17	9.60	13.80	17.43
			เฉลี่ย	31.10	59.08	9.97	13.11	17.84
		150	1	27.25	63.65	7.97	10.19	18.20
			2	30.59	63.84	11.20	9.21	15.75
			3	27.45	60.00	10.34	12.75	16.91
			4	30.42	62.17	11.26	9.71	16.85
			เฉลี่ย	28.94	62.44	10.26	10.41	16.89
	1600	75	1	40.66	50.70	11.29	15.58	22.43
			2	41.92	50.47	9.21	16.58	23.75
			3	39.76	52.64	11.23	17.19	18.95
			4	40.47	51.31	10.73	16.05	21.91
			เฉลี่ย	40.70	51.26	10.60	16.35	21.79
		100	1	38.05	47.41	10.41	13.96	28.23
			2	34.96	49.60	10.83	16.75	22.81
			3	40.39	46.43	9.63	16.94	26.99
			4	36.01	49.26	12.00	16.38	22.36
			เฉลี่ย	37.37	48.09	10.68	16.00	25.23
	125		1	37.85	46.71	10.16	14.78	28.35
			2	32.64	52.30	9.28	13.63	24.78
			3	36.41	53.67	10.13	15.56	20.63
			4	35.56	49.54	13.02	12.34	25.09
			เฉลี่ย	35.63	50.47	10.67	14.11	24.75

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
ยาง	1600	150	1	38.66	47.84	9.61	16.94	25.60
			2	36.42	53.38	13.02	14.10	19.51
			3	37.37	55.49	12.68	13.54	18.30
			4	38.28	51.44	11.28	16.74	20.54
			เฉลี่ย	37.68	51.99	11.61	15.37	21.03
		75	1	45.03	33.77	10.14	19.65	36.44
			2	48.41	34.92	11.80	17.91	35.37
			3	45.42	38.54	10.60	19.27	31.58
			4	46.23	33.82	11.53	18.09	36.56
			เฉลี่ย	46.27	35.25	11.04	18.71	35.00
		100	1	43.23	38.89	12.09	14.92	34.10
			2	44.11	35.07	10.34	17.94	36.65
			3	40.16	40.73	13.65	15.25	30.38
			4	42.53	37.84	12.53	11.78	37.84
			เฉลี่ย	42.51	38.07	12.11	15.00	34.83
	1800		1	42.25	39.41	11.27	17.61	31.71
			2	41.82	44.16	11.97	17.87	26.01
			3	45.72	36.72	12.22	17.09	33.96
			4	42.79	39.95	12.40	18.79	28.86
			เฉลี่ย	43.15	39.96	11.97	17.83	30.24
		150	1	36.83	44.46	7.95	16.87	30.72
			2	38.22	40.97	13.93	17.40	27.70
			3	39.12	46.98	14.89	12.13	25.99
			4	36.84	47.10	12.88	14.62	25.40
			เฉลี่ย	37.75	44.88	12.47	15.22	27.42

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
ยาง	2000	75	1	43.92	30.39	11.20	17.26	41.14
			2	40.01	36.44	9.29	19.11	35.16
			3	41.44	28.08	8.86	20.40	42.66
			4	42.30	29.50	12.65	19.65	38.20
			เฉลี่ย	41.92	31.04	10.54	19.07	39.35
		100	1	44.64	35.59	11.29	20.08	33.04
			2	47.30	34.61	12.09	14.65	38.65
			3	44.04	30.74	12.00	16.77	40.49
			4	42.91	33.61	11.35	15.46	39.58
			เฉลี่ย	44.72	33.66	11.69	16.72	37.93
		125	1	37.83	36.89	13.19	17.65	32.27
			2	46.78	32.06	13.51	16.84	37.59
			3	44.78	33.12	9.28	19.68	37.92
			4	42.21	33.29	10.25	20.93	35.53
			เฉลี่ย	42.94	33.68	11.54	18.76	36.02
		150	1	39.26	36.44	10.42	14.06	39.07
			2	40.48	36.71	9.61	17.52	36.16
			3	43.70	33.80	11.60	17.95	36.65
			4	42.28	37.75	10.09	15.32	36.84
			เฉลี่ย	41.44	36.15	10.45	16.25	37.14

ตารางผนวกที่ ก3 ข้อมูลการศึกษาการทดสอบอัตราการป้อน พลังเป่ากระทบและความเร็วรอบงาน
 เหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวตัง) ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ เมื่อใช้
 เมล็ดทานตะวันพันธุ์ไพโอเนียร์จัมโบ้ ที่ความชื้น 8.36 เปอร์เซนต์ฐานเปียก

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ป้อน	ข้อ ข้อ	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเทาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
เหล็ก	1400	75	1	16.43	81.11	4.22	5.31	9.37
			2	15.14	81.04	5.29	5.47	8.20
			3	13.81	76.60	6.30	7.80	9.30
			4	14.11	78.35	5.05	6.24	10.37
			เฉลี่ย	14.88	79.40	5.17	6.14	9.29
		100	1	18.57	83.07	3.44	6.81	6.68
			2	18.33	78.11	4.66	5.91	11.33
			3	17.31	82.01	2.96	6.14	8.88
			4	17.79	80.14	3.24	6.04	10.58
			เฉลี่ย	18.00	80.83	3.59	6.23	9.36
	125	125	1	18.48	80.88	5.66	5.80	7.66
			2	14.80	82.87	3.23	5.16	8.74
			3	18.00	82.48	3.70	6.05	7.76
			4	17.99	81.41	5.25	5.96	7.38
			เฉลี่ย	17.33	81.85	4.53	5.77	7.84
		150	1	15.72	80.41	5.33	6.97	7.30
			2	18.30	79.62	5.72	6.49	8.16
			3	16.48	78.41	6.86	6.55	8.18
			4	16.87	77.75	6.38	7.29	8.58
			เฉลี่ย	16.85	79.04	6.07	6.82	8.07

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
เหล็ก	1600	75	1	22.49	77.91	4.82	7.29	9.98
			2	25.27	80.53	5.32	6.46	7.70
			3	25.05	86.78	3.84	4.74	4.64
			4	24.13	81.09	5.08	6.32	7.51
			เฉลี่ย	24.24	81.68	4.76	6.17	7.39
		100	1	27.14	80.61	3.88	8.94	6.57
			2	22.81	79.77	2.93	9.45	7.85
			3	22.57	82.89	5.02	5.85	6.24
			4	24.12	80.08	3.36	9.05	7.50
			เฉลี่ย	24.17	80.81	3.79	8.37	7.03
		125	1	26.41	85.30	3.91	5.09	5.70
			2	25.79	84.41	4.31	5.57	5.71
			3	21.28	83.27	4.21	4.45	8.07
			4	23.90	86.13	2.98	4.50	6.39
			เฉลี่ย	24.36	84.83	3.85	4.93	6.38
	1800	150	1	22.10	78.61	3.44	6.71	11.24
			2	23.37	83.21	2.72	6.24	7.84
			3	22.98	82.49	5.98	4.56	6.97
			4	22.62	81.62	4.74	5.46	8.19
			เฉลี่ย	22.77	81.53	4.21	5.73	8.53
		75	1	36.31	78.07	4.96	8.59	8.39
			2	34.63	78.46	4.29	9.12	8.13
			3	35.43	78.86	5.78	7.66	7.70
			4	35.97	76.24	5.18	8.92	9.66
			เฉลี่ย	35.59	77.90	5.06	8.57	8.48

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
เหล็ก	1800	100	1	36.34	80.76	6.07	7.14	6.03
			2	33.05	76.12	5.37	8.27	10.25
			3	36.69	80.15	5.95	7.82	6.08
			4	36.06	76.45	6.49	8.87	8.20
			เฉลี่ย	35.55	78.44	5.98	8.02	7.56
		125	1	32.50	76.96	5.71	9.51	7.82
			2	31.80	73.52	5.47	11.10	9.91
			3	32.11	78.20	4.56	8.39	8.85
			4	32.76	74.53	6.20	9.32	9.95
			เฉลี่ย	32.29	75.81	5.49	9.58	9.13
	2000	150	1	35.73	79.19	5.18	7.42	8.20
			2	31.50	75.78	5.81	9.61	8.80
			3	35.92	80.60	5.64	6.81	6.95
			4	34.62	75.91	5.79	9.01	9.29
			เฉลี่ย	34.45	77.97	5.60	8.16	8.28
		75	1	42.10	70.21	6.05	11.81	11.93
			2	38.21	71.03	7.13	10.97	10.88
			3	40.75	67.55	6.85	11.97	13.62
			4	40.01	66.76	7.81	13.79	11.64
			เฉลี่ย	40.27	68.87	6.94	12.15	12.04
	100		1	40.58	67.66	7.87	12.35	12.12
			2	41.79	70.99	6.31	11.60	11.09
			3	39.40	71.22	6.11	9.24	13.43
			4	42.05	68.70	6.55	12.71	12.04
			เฉลี่ย	40.96	69.63	6.71	11.51	12.15

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
เหล็ก	2000	125	1	37.18	70.42	8.42	13.25	7.90
			2	39.95	68.13	7.05	15.10	9.72
			3	36.78	69.25	5.84	13.40	11.51
			4	36.85	67.70	4.75	15.93	11.61
			เฉลี่ย	37.70	68.87	6.53	14.43	10.17
		150	1	39.24	71.86	5.49	11.13	11.52
			2	42.79	72.46	7.12	10.06	10.36
			3	39.81	70.05	7.45	12.78	9.71
			4	41.77	72.49	6.62	11.99	8.91
			เฉลี่ย	40.91	71.74	6.68	11.47	10.11
สายพาน ผ้าใบ	1400	75	1	12.60	75.73	4.83	5.80	13.64
			2	13.62	72.55	6.34	6.84	14.27
			3	14.01	70.22	4.71	9.03	16.04
			4	13.33	72.14	5.57	8.11	14.18
			เฉลี่ย	13.39	72.58	5.37	7.48	14.57
		100	1	13.01	72.72	4.46	10.58	12.24
			2	12.71	71.86	7.14	5.33	15.67
			3	12.43	76.99	5.78	5.23	12.00
			4	13.04	72.18	6.31	7.76	13.75
			เฉลี่ย	12.80	73.40	5.92	7.26	13.42
		125	1	14.03	75.48	4.62	7.21	12.69
			2	11.23	74.70	6.17	8.84	10.29
			3	9.28	70.59	10.00	8.82	10.59
			4	12.28	74.59	6.41	6.95	12.05
			เฉลี่ย	11.71	74.10	6.52	7.85	11.54

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
สายพาน ผ้าใบ	1400	150	1	11.05	71.57	4.53	7.72	16.18
			2	13.15	71.31	8.61	7.38	12.70
			3	10.70	67.81	4.58	12.85	14.76
			4	11.70	65.51	8.94	10.92	14.63
			เฉลี่ย	11.65	69.12	6.80	9.60	14.48
		75	1	17.05	76.35	4.93	7.75	10.96
			2	16.77	76.33	5.40	8.26	10.01
			3	16.63	75.99	4.46	8.76	10.79
			4	17.16	73.39	5.43	8.53	12.65
			เฉลี่ย	16.90	75.50	5.06	8.32	11.11
	1600	100	1	19.16	78.92	5.74	7.12	8.22
			2	20.11	78.14	3.68	9.46	8.73
			3	15.20	72.65	5.19	9.59	12.58
			4	17.47	72.44	5.69	10.17	11.69
			เฉลี่ย	17.99	75.81	5.03	9.03	10.12
		125	1	17.71	78.18	4.41	8.00	9.42
			2	18.95	76.04	3.26	8.33	12.36
			3	16.79	72.99	4.92	7.31	14.77
			4	17.91	77.49	3.28	8.01	11.22
			เฉลี่ย	17.84	76.23	3.94	7.93	11.90
		150	1	17.86	75.45	3.13	9.00	12.43
			2	16.64	77.21	4.33	8.91	9.55
			3	18.68	78.21	5.25	6.96	9.58
			4	18.60	73.49	5.27	8.30	12.94
			เฉลี่ย	17.95	76.06	4.52	8.26	11.16

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
สายพาน ผ้าใบ	1800	75	1	30.14	71.24	8.18	8.65	11.94
			2	31.98	72.08	4.16	10.30	13.47
			3	29.10	67.64	6.46	8.60	17.29
			4	31.13	67.70	6.22	10.63	15.45
			เฉลี่ย	30.59	69.69	6.22	9.58	14.51
		100	1	28.54	70.29	5.03	12.21	12.48
			2	29.63	72.04	3.69	10.51	13.76
			3	29.59	65.59	5.71	12.41	16.30
			4	29.11	64.28	7.24	12.94	15.53
			เฉลี่ย	29.22	68.04	5.41	12.01	14.53
	150	125	1	27.53	69.35	5.43	10.29	14.93
			2	27.20	72.92	4.60	10.23	12.25
			3	28.50	67.80	4.98	7.26	19.96
			4	28.06	69.60	7.12	7.03	16.25
			เฉลี่ย	27.82	69.89	5.54	8.68	15.89
		75	1	30.48	72.53	4.18	10.23	13.07
			2	27.56	71.24	4.91	9.40	14.45
			3	27.51	73.67	5.58	7.95	12.79
			4	28.67	74.09	5.02	8.32	12.58
			เฉลี่ย	28.56	72.89	4.90	9.00	13.21
	2000	75	1	36.19	68.67	7.04	11.42	12.87
			2	36.89	68.23	6.48	12.12	13.17
			3	31.96	66.03	5.26	13.00	15.71
			4	32.51	66.21	5.70	14.26	13.83
			เฉลี่ย	34.40	67.36	6.17	12.64	13.83

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
สายพาน ผ้าใบ	2000	100	1	34.87	64.30	6.75	14.01	14.95
			2	36.37	65.08	7.76	10.85	16.31
			3	37.21	68.54	5.51	10.21	15.75
			4	34.82	63.68	5.23	13.90	17.18
			เฉลี่ย	35.82	65.45	6.32	12.19	16.05
		125	1	33.61	67.08	4.86	13.04	15.02
			2	36.42	63.73	4.30	9.45	22.52
			3	32.92	65.75	7.83	11.94	14.48
			4	35.53	67.68	6.78	10.02	15.52
			เฉลี่ย	34.63	66.04	5.91	11.05	16.99
	1400	150	1	30.07	60.42	7.12	6.60	25.86
			2	33.79	65.35	5.28	13.92	15.44
			3	33.16	60.26	9.48	12.30	17.96
			4	33.77	60.32	10.43	12.96	16.29
			เฉลี่ย	32.71	61.63	8.11	11.61	18.66
		75	1	11.76	66.19	9.14	8.26	16.41
			2	13.49	75.69	8.87	6.86	8.58
			3	11.74	65.36	4.92	13.22	16.50
			4	13.21	72.36	8.06	8.54	11.04
			เฉลี่ย	12.55	70.18	7.79	9.12	12.90
ยาง	1400	100	1	11.79	70.87	6.57	10.51	12.05
			2	11.92	67.68	6.40	10.41	15.51
			3	11.45	73.65	5.97	8.33	12.05
			4	12.50	70.76	6.61	8.78	13.84
			เฉลี่ย	11.91	70.71	6.39	9.51	13.38

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
ยาง	1400	125	1	12.43	66.60	11.07	9.82	12.51
			2	12.96	73.18	6.78	8.18	11.86
			3	12.17	66.67	8.20	10.97	14.16
			4	12.65	66.40	9.04	8.93	15.63
			เฉลี่ย	12.55	68.26	8.76	9.45	13.53
		150	1	14.19	72.29	7.31	8.84	11.55
			2	11.19	73.99	7.05	8.44	10.52
			3	11.80	67.11	4.61	10.75	17.54
			4	12.96	68.02	9.67	8.29	14.02
			เฉลี่ย	12.54	70.34	7.23	9.06	13.37
	1600	75	1	13.82	67.63	7.56	11.10	13.71
			2	17.23	70.70	6.16	11.42	11.72
			3	11.08	67.17	5.01	13.74	14.09
			4	15.47	65.98	6.54	15.23	12.25
			เฉลี่ย	14.41	68.02	6.37	12.81	12.79
		100	1	15.73	78.71	3.75	6.93	10.60
			2	15.97	78.69	5.67	8.06	7.58
			3	11.94	67.56	4.31	11.75	16.38
			4	13.71	68.95	7.76	9.06	14.23
			เฉลี่ย	14.34	74.05	5.37	8.75	11.83
	125		1	13.78	61.09	11.41	11.32	16.18
			2	16.14	68.66	7.31	11.70	12.33
			3	14.67	72.29	9.70	9.97	8.04
			4	14.12	65.43	9.50	11.13	13.94
			เฉลี่ย	14.68	67.02	9.39	11.04	12.55

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
ยาง	1600	150	1	17.42	70.47	7.31	8.77	13.45
			2	12.67	71.40	7.05	10.32	11.24
			3	11.25	67.13	7.01	10.69	15.17
			4	14.97	72.31	7.96	7.20	12.53
			เฉลี่ย	14.10	70.51	7.37	9.07	13.05
		75	1	19.67	67.61	6.23	13.37	12.79
			2	18.12	71.51	7.65	7.44	13.40
			3	18.39	64.07	8.12	10.53	17.27
			4	19.34	61.59	7.42	12.59	18.40
			เฉลี่ย	18.88	66.12	7.34	11.06	15.48
	1800	100	1	20.87	64.19	6.72	10.95	18.15
			2	20.78	71.28	4.68	10.81	13.24
			3	18.91	71.28	6.31	7.38	15.03
			4	20.36	66.19	5.22	10.88	17.71
			เฉลี่ย	20.23	68.17	5.72	10.06	16.05
		125	1	23.56	69.35	7.32	9.44	13.89
			2	19.18	66.38	6.53	11.54	15.56
			3	20.13	71.86	5.44	9.32	13.38
			4	22.59	71.36	4.89	8.14	15.61
			เฉลี่ย	21.38	69.81	6.05	9.53	14.60
		150	1	21.09	63.95	8.10	10.19	17.76
			2	16.11	64.18	8.10	12.23	15.49
			3	24.60	75.13	4.51	10.13	10.23
			4	19.89	66.16	6.19	9.72	17.93
			เฉลี่ย	20.45	67.93	6.54	10.45	15.07

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

พื้นที่ กระทบ	ความเร็ว รอบ	อัตรา การ ปั่น	ชั่วโมง	ค่าเปอร์เซ็นต์ต่างๆ				
				กะเพาะ	เต็ม	หัก บางส่วน	หักกลาง	เล็กน้อย
ยาง	2000	75	1	28.93	60.58	6.85	13.24	19.33
			2	27.46	64.12	7.47	11.44	16.97
			3	30.02	65.47	7.24	13.58	13.70
			4	29.82	64.05	5.90	14.03	16.01
			เฉลี่ย	29.07	63.58	6.85	13.11	16.46
		100	1	27.18	66.56	5.67	12.34	15.43
			2	29.44	67.66	5.67	13.58	13.08
			3	26.47	64.94	6.53	12.41	16.12
			4	28.20	61.17	7.95	16.07	14.82
			เฉลี่ย	27.83	65.09	6.46	13.64	14.81
		125	1	28.30	62.03	10.65	12.72	14.61
			2	26.26	65.96	5.68	12.72	15.63
			3	22.44	65.52	6.91	11.42	16.16
			4	24.61	64.85	7.98	14.34	12.83
			เฉลี่ย	25.42	64.49	7.90	12.83	14.78
		150	1	22.53	66.32	7.05	9.99	16.65
			2	26.11	64.06	8.17	12.16	15.62
			3	28.23	63.10	8.73	14.37	13.80
			4	26.83	60.79	7.12	16.25	15.84
			เฉลี่ย	25.94	63.43	7.81	13.36	15.40

ตารางผนวกที่ ก4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษ้อัตราการป้อน พลังเป่ากระทบ และ ความเร็วงานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ กะเทาะและเปอร์เซ็นต์เมล็ดในทีกะเทาะได้เต็มเมล็ด

แหล่งความ แปรปรวน	df	เปอร์เซ็นต์กะเทาะ			เปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะเต็มเมล็ด		
		SS	MS	F-Value	SS	MS	F-Value
A	2	888.90	444.45	83.53 ^{**}	3292.97	1646.48	286.62 ^{**}
B	3	4019.39	1339.79	251.82 ^{**}	16261.45	5420.48	943.60 ^{**}
C	3	508.98	169.66	31.89 ^{**}	315.60	105.20	18.31 ^{**}
AB	6	228.65	38.10	7.16 ^{**}	350.11	58.35	10.15 ^{**}
AC	6	124.03	20.67	3.88 ^{**}	103.42	17.23	3.00 ^{**}
BC	9	76.74	8.52	1.60 ^{ns}	116.98	12.99	2.26 ^{**}
ABC	18	318.19	17.67	3.32 ^{**}	216.98	12.05	2.09 ^{**}
error	144	766.12	5.32		827.19	5.74	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 5%, ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
พลังเป่ากระทบ (A), ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ (B), อัตราการป้อน (C)

ตารางผนวกที่ ก5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษ้อัตราการป้อน พลังเป่ากระทบ และ ความเร็วงานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยและเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักกลาง

แหล่งความ แปรปรวน	df	เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย			เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักกลาง		
		SS	MS	F-Value	SS	MS	F-Value
A	2	84.13	42.06	24.66 ^{**}	725.47	362.73	124.49 ^{**}
B	3	63.22	21.07	12.35 ^{**}	1124.89	374.96	128.69 ^{**}
C	3	7.69	2.56	1.50 ^{ns}	113.90	37.96	13.03 ^{**}
AB	6	147.12	24.52	14.37 ^{**}	32.03	5.33	1.83 ^{ns}
AC	6	25.66	4.27	2.50 ^{**}	7.07	1.17	0.40 ^{ns}
BC	9	35.47	3.94	2.31 ^{**}	50.27	5.58	1.91 ^{ns}
ABC	18	70.61	3.92	2.30 ^{**}	107.38	5.96	2.04 ^{**}
error	144	245.58	1.70		419.55	2.91	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 5%, ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
พลังเป่ากระทบ (A), ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ (B), อัตราการป้อน (C)

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษ้อัตราการป้อน ผักรูปกระต๊อบ และ ความเร็วงานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ เมล็ดในแตกหักขึ้นเล็กน้อย

แหล่งความแปรปรวน	df	เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักขึ้นเล็กน้อย		
		SS	MS	F-Value
A	2	2290.60	1145.30	188.36**
B	3	7739.13	2579.71	424.28**
C	3	148.12	49.37	8.12**
AB	6	353.74	58.95	9.69**
AC	6	222.44	37.07	6.09**
BC	9	241.99	26.88	4.42**
ABC	18	346.06	19.22	3.16**
error	144	875.54	6.08	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 5%, ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
ผักรูปกระต๊อบ (A), ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ (B), อัตราการป้อน (C)

ตารางผนวกที่ ก7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษ้อัตราการป้อน พลังเป้ากระทบ และ
ความเร็วงานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวดั้ง) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์
กะเทาะและเปอร์เซ็นต์เมล็ดในทีกะเทาะได้เต็มเมล็ด

แหล่งความ แปรปรวน	df	เปอร์เซ็นต์กะเทาะ			เปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะเต็มเมล็ด		
		SS	MS	F-Value	SS	MS	F-Value
A	2	3367.48	1683.74	682.31 ^{**}	3059.31	1529.65	205.04 ^{**}
B	3	11630.90	3876.96	1571.09 ^{**}	2465.62	821.87	110.17 ^{**}
C	3	27.95	9.31	3.77 ^{**}	19.78	6.59	0.88 ^{ns}
AB	6	574.39	95.73	38.79 ^{**}	252.29	42.05	5.63 ^{**}
AC	6	16.39	2.73	1.10 ^{ns}	68.98	11.49	1.54 ^{ns}
BC	9	33.30	3.70	1.50 ^{ns}	52.77	5.86	0.78 ^{ns}
ABC	18	104.87	5.82	2.36 ^{**}	288.00	16.00	2.14 ^{**}
error	144	355.34	2.46		1074.24	7.46	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 5%, ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
พลังเป้ากระทบ (A), ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ (B), อัตราการป้อน (C)

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษ้อัตราการป้อน พลังเป่ากระทบ และ
ความเร็วงานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนวตั้ง) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ด
ในแตกหักเล็กน้อยและเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักกลาง

แหล่งความ แปรปรวน	df	เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อย			เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักกลาง		
		SS	MS	F-Value	SS	MS	F-Value
A	2	109.42	54.71	34.58 ^{**}	191.56	95.78	41.01 ^{**}
B	3	59.81	19.94	12.60 ^{**}	605.87	201.96	86.48 ^{**}
C	3	16.20	5.40	3.41 ^{**}	5.33	1.77	0.76 ^{ns}
AB	6	41.99	7.00	4.42 ^{**}	66.05	11.00	4.71 ^{**}
AC	6	24.29	4.05	2.56 ^{**}	21.23	3.54	1.51 ^{ns}
BC	9	14.65	1.62	1.02 ^{ns}	25.57	2.84	1.21 ^{ns}
ABC	18	48.14	2.67	1.69 ^{**}	102.56	5.69	2.44 ^{**}
error	144	227.80	1.58		336.26	2.33	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 5%, ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
พลังเป่ากระทบ (A), ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ (B), อัตราการป้อน (C)

ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษ้อัตราการป้อน พลังเป่ากระทบ และ
ความเร็วงานเหวี่ยงเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนวตั้ง) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ด
ในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย

แหล่งความ แปรปรวน	df	เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย		
		SS	MS	F-Value
A	2	1141.33	570.66	130.61 ^{**}
B	3	389.16	129.72	29.69 ^{**}
C	3	4.95	1.65	0.37 ^{ns}
AB	6	59.10	9.85	2.25 ^{**}
AC	6	14.76	2.46	0.56 ^{ns}
BC	9	25.58	2.84	0.65 ^{ns}
ABC	18	101.85	5.65	1.29 ^{ns}
error	144	629.15	4.36	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 5%, ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
พลังเป่ากระทบ (A), ความเร็วงานเหวี่ยงกะเทาะ (B), อัตราการป้อน (C)

ตารางผนวกที่ ก10 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาผนังเป่ากระทบและ
ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการ
ป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป่า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	34.36 ^a	41.89 ^{bc}	34.63 ^a
1600	39.53 ^b	46.45 ^{def}	40.70 ^b
1800	44.08 ^{cd}	49.44 ^f	46.27 ^{de}
2000	47.79 ^{ef}	52.70 ^g	41.91 ^{bc}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก11 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษา
ผนังเป่ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป่า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	61.26 ^g	50.55 ^f	59.31 ^g
1600	51.54 ^f	41.53 ^d	51.28 ^f
1800	46.39 ^e	35.60 ^c	35.26 ^c
2000	37.50 ^c	27.36 ^a	31.10 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก12 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาผนัง
เป้ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลลา
แนวนอน) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	10.69 ^{abc}	11.18 ^{bc}	10.18 ^{abc}
1600	10.78 ^{bc}	10.41 ^{abc}	10.61 ^{abc}
1800	14.38 ^d	9.29 ^{ab}	11.01 ^{bc}
2000	12.22 ^c	8.53 ^a	10.50 ^{abc}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก13 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษาผนัง
เป้ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลลา
แนวนอน) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	12.42 ^a	16.62 ^{bc}	11.88 ^a
1600	17.39 ^{bcd}	20.47 ^{efg}	16.35 ^b
1800	17.48 ^{bcd}	21.56 ^g	18.73 ^{cde}
2000	21.10 ^{fg}	25.54 ^h	19.10 ^{def}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก14 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักขึ้นเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษา
พ่นปุ๋ยกระแทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พ่นปุ๋ย		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	15.61 ^a	21.64 ^b	18.62 ^{ab}
1600	20.27 ^b	27.57 ^c	21.76 ^b
1800	21.74 ^b	33.54 ^d	34.98 ^d
2000	29.17 ^c	38.56 ^c	39.29 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก15 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาพ่นปุ๋ยกระแทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พ่นปุ๋ย		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	36.52 ^b	34.86 ^{ab}	33.29 ^a
1600	37.81 ^b	44.24 ^{cd}	37.35 ^b
1800	46.87 ^d	45.96 ^d	42.50 ^c
2000	44.38 ^{cd}	51.86 ^c	44.72 ^{cd}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก16 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษา
พันธุ์เป่ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลลา
แนวนอน) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พันธุ์เป่า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	68.03 ^f	52.35 ^d	60.69 ^e
1600	54.32 ^d	38.83 ^b	48.17 ^c
1800	46.00 ^c	38.12 ^b	38.13 ^b
2000	38.31 ^b	30.53 ^a	33.63 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก17 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาพันธุ์
เป่ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลลา
แนวนอน) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พันธุ์เป่า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	8.60 ^a	11.04 ^{bcd}	11.20 ^{cd}
1600	10.14 ^{abc}	9.97 ^{abc}	10.71 ^{bcd}
1800	13.82 ^{ef}	9.14 ^{ab}	12.15 ^{de}
2000	14.24 ^f	9.82 ^{abc}	11.68 ^{cd}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก18 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษาผนัง
เป้ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพล
แนวนอน) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	10.39 ^a	16.89 ^{cde}	13.69 ^b
1600	16.52 ^{cde}	18.29 ^{def}	16.00 ^{cd}
1800	18.61 ^{ef}	20.16 ^f	14.97 ^{bc}
2000	18.07 ^{def}	22.58 ^g	16.74 ^{cde}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก19 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษา
ผนังเป้ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพล
แนวนอน) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	12.97 ^a	19.70 ^b	14.41 ^a
1600	19.01 ^b	32.90 ^{def}	25.09 ^c
1800	21.56 ^{bc}	32.56 ^{de}	34.74 ^{efg}
2000	29.36 ^d	37.06 ^{fg}	37.94 ^g

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก20 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาน้ำงเป้ากระทบและ
ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการ
ป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	31.27 ^a	32.98 ^{ab}	31.09 ^a
1600	38.67 ^c	44.25 ^{de}	35.61 ^{bc}
1800	43.29 ^d	38.70 ^c	43.14 ^d
2000	45.02 ^{de}	48.06 ^e	42.90 ^d

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก21 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษาน้ำงเป้ากระทบและ
ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	63.02 ^g	52.45 ^e	59.04 ^f
1600	53.41 ^c	43.17 ^{cd}	50.55 ^e
1800	45.88 ^d	41.10 ^{bc}	40.06 ^{bc}
2000	39.15 ^b	33.00 ^a	33.84 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก22 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาน้ำ
 เป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	9.97 ^a	11.21 ^{abc}	10.00 ^a
1600	10.28 ^{ab}	10.10 ^{ab}	10.64 ^{abc}
1800	11.95 ^{bc}	12.27 ^c	11.96 ^{bc}
2000	14.75 ^d	11.81 ^{abc}	11.55 ^{abc}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก23 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษาน้ำ
 เป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	11.28 ^a	16.29 ^{bc}	13.08 ^a
1600	16.59 ^{bc}	21.17 ^{ef}	14.07 ^{ab}
1800	17.08 ^{bc}	23.20 ^f	17.84 ^{cd}
2000	20.31 ^{def}	21.82 ^{ef}	18.77 ^{cde}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก24 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักขึ้นเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษา
พ่นปุ๋ยกระพาบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พ่นปุ๋ย		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	15.71 ^a	20.04 ^{bc}	17.87 ^{ab}
1600	19.71 ^{bc}	25.55 ^d	24.71 ^d
1800	25.07 ^d	23.42 ^{cd}	30.13 ^e
2000	25.77 ^d	33.35 ^{ef}	35.82 ^f

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก25 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาพ่นปุ๋ยกระพาบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนอน) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พ่นปุ๋ย		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	34.59 ^b	34.43 ^b	28.92 ^a
1600	35.96 ^b	41.11 ^{cd}	37.68 ^{bc}
1800	41.37 ^d	44.71 ^d	37.75 ^{bc}
2000	43.55 ^d	50.57 ^e	41.43 ^d

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก26 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษา
พันธุ์เป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลลา
แนวนอน) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พันธุ์เป่า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	66.51 ^g	55.83 ^e	62.41 ^f
1600	56.69 ^e	41.28 ^c	52.03 ^d
1800	44.71 ^c	37.46 ^b	44.87 ^c
2000	41.12 ^c	32.43 ^a	36.17 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก27 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาพันธุ์
เป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลลา
แนวนอน) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พันธุ์เป่า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	11.23 ^{bc}	9.68 ^{ab}	10.19 ^{abc}
1600	10.30 ^{bc}	11.21 ^{bc}	11.64 ^{bc}
1800	11.94 ^{bc}	10.53 ^{bc}	12.41 ^c
2000	14.78 ^d	7.96 ^a	10.43 ^{bc}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก28 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษาผนัง
เป้ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลลา
แนวนอน) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	11.41 ^a	15.52 ^b	10.46 ^a
1600	16.42 ^{bc}	19.35 ^{de}	15.33 ^b
1800	17.40 ^{bcd}	18.96 ^{cde}	15.25 ^b
2000	16.88 ^{bcd}	20.80 ^e	16.21 ^{bc}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก29 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษา
ผนังเป้ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลลา
แนวนอน) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	10.84 ^a	18.96 ^{bc}	16.92 ^b
1600	16.58 ^b	28.14 ^d	20.98 ^c
1800	25.91 ^d	33.04 ^e	27.45 ^d
2000	27.20 ^d	38.80 ^f	37.18 ^f

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก30 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาน้ำงเป้ากระทบและ
ความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวดั้ง) ที่อัตราการ
ป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	14.87 ^{bc}	13.39 ^{ab}	12.55 ^a
1600	24.23 ^c	16.90 ^{cd}	14.40 ^{ab}
1800	35.58 ^g	30.58 ^f	18.88 ^d
2000	40.26 ^h	34.38 ^g	29.05 ^f

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก31 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษา
ผนังเป้ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวดั้ง) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	79.27 ^{ef}	72.66 ^{cd}	69.90 ^{bc}
1600	81.57 ^f	75.51 ^{de}	67.87 ^b
1800	77.90 ^{ef}	69.66 ^{bc}	66.19 ^{ab}
2000	68.88 ^{bc}	67.28 ^{ab}	63.55 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก32 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาผนัง
เป้ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพล
แนวตั้ง) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	5.21 ^a	5.36 ^{ab}	7.74 ^c
1600	4.76 ^a	5.05 ^a	6.31 ^{abc}
1800	5.05 ^a	6.25 ^{abc}	7.35 ^c
2000	6.96 ^{bc}	6.12 ^{abc}	6.86 ^{bc}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก33 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษาผนัง
เป้ากระทบและความเร็วรอบงานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพล
แนวตั้ง) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วงานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	6.20 ^a	7.44 ^{ab}	9.22 ^{bc}
1600	6.20 ^a	8.32 ^{ab}	12.87 ^d
1800	8.57 ^{abc}	9.54 ^{bc}	10.98 ^{cd}
2000	12.13 ^d	12.70 ^d	13.07 ^d

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก34 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักขึ้นเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษา
พ่นปุ๋ยกระพาบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนตั้ง) ที่อัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พ่นปุ๋ย		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	9.31 ^{abc}	14.53 ^{efg}	13.13 ^{def}
1600	7.45 ^a	11.10 ^{bcd}	12.94 ^{def}
1800	8.47 ^{ab}	14.53 ^{efg}	15.46 ^{fg}
2000	12.01 ^{cde}	13.89 ^{defg}	16.50 ^g

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก35 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาพ่นปุ๋ยกระพาบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนตั้ง) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พ่นปุ๋ย		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	18.00 ^c	12.79 ^{ab}	11.91 ^a
1600	24.16 ^c	17.98 ^c	14.33 ^b
1800	35.53 ^g	29.21 ^f	20.23 ^d
2000	40.95 ^h	35.81 ^g	27.82 ^f

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก36 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษา
พันธุ์เป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวดตั้ง) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พันธุ์เป่า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	80.83 ^f	73.43 ^{cd}	70.74 ^{bcd}
1600	80.83 ^f	75.53 ^{de}	73.47 ^{cd}
1800	78.37 ^{ef}	68.05 ^{ab}	68.23 ^{ab}
2000	69.64 ^{abc}	65.40 ^a	65.08 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก37 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาพันธุ์
เป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวดตั้ง) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พันธุ์เป่า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	3.57 ^a	5.92 ^c	6.38 ^c
1600	3.79 ^{ab}	5.07 ^{abc}	5.37 ^{bc}
1800	5.97 ^c	5.41 ^{bc}	5.73 ^c
2000	6.71 ^c	6.31 ^c	6.45 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก38 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษาผนัง
เป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพล
แนวตั้ง) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	6.22 ^a	7.22 ^{ab}	9.50 ^{bcd}
1600	8.32 ^{abc}	9.08 ^{bcd}	8.95 ^{bcd}
1800	8.02 ^{abc}	12.01 ^{ef}	10.00 ^{cde}
2000	11.47 ^{def}	12.24 ^{ef}	13.60 ^f

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก39 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษา
ผนังเป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพล
แนวตั้ง) ที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	9.36 ^{abc}	13.41 ^{def}	13.36 ^{def}
1600	7.04 ^a	10.30 ^{bcd}	12.19 ^{cde}
1800	7.64 ^{ab}	14.51 ^{ef}	16.03 ^f
2000	12.17 ^{cde}	16.04 ^f	14.86 ^{ef}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก40 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาน้ำปิ้งเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวดั้ง) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป่า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	17.31 ^c	11.70 ^a	12.55 ^{ab}
1600	24.34 ^e	17.84 ^c	14.67 ^b
1800	32.29 ^g	27.82 ^f	21.36 ^d
2000	37.69 ⁱ	34.62 ^h	25.40 ^e

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก41 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษาน้ำปิ้งเป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวดั้ง) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป่า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	81.91 ^d	73.84 ^c	68.21 ^{ab}
1600	84.77 ^d	76.17 ^c	66.86 ^{ab}
1800	75.80 ^c	69.91 ^b	69.73 ^b
2000	68.87 ^b	66.06 ^{ab}	64.59 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก42 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาน้ำ
 เป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพล
 แนวตั้ง) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	4.46 ^{ab}	6.80 ^{bcd}	8.77 ^{de}
1600	3.85 ^a	3.96 ^a	9.48 ^e
1800	5.48 ^{abc}	5.53 ^{abc}	6.04 ^{abc}
2000	6.51 ^{bcd}	5.94 ^{abc}	7.80 ^{cde}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
 วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก43 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษาน้ำ
 เป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพล
 แนวตั้ง) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	5.74 ^a	7.95 ^b	9.47 ^{bc}
1600	4.90 ^a	7.91 ^b	11.03 ^c
1800	9.58 ^{bc}	8.70 ^b	9.61 ^{bc}
2000	14.42 ^d	11.11 ^c	12.80 ^d

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
 วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก44 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักขึ้นเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษา
พ่นปุ๋ยกระพาบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนตั้ง) ที่อัตราการป้อน 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พ่นปุ๋ย		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	7.88 ^{ab}	11.40 ^{cde}	13.54 ^{defg}
1600	6.46 ^a	11.94 ^{cde}	12.62 ^{def}
1800	9.13 ^{abc}	15.84 ^{fg}	14.61 ^{efg}
2000	10.18 ^{bcd}	16.88 ^g	14.80 ^{efg}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก45 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ยของผลการศึกษาพ่นปุ๋ยกระพาบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลานวนตั้ง) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พ่นปุ๋ย		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	16.84 ^b	11.65 ^a	12.53 ^a
1600	22.76 ^d	17.94 ^{bc}	14.07 ^a
1800	34.44 ^f	28.55 ^e	20.42 ^{cd}
2000	40.90 ^g	32.69 ^f	25.92 ^e

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก46 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ยของผลการศึกษา
พันธุ์เป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลลา
แนวตั้ง) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พันธุ์เป่า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	79.04 ^{ef}	69.05 ^{bc}	70.35 ^{bc}
1600	81.48 ^f	76.09 ^{de}	70.32 ^{bc}
1800	77.87 ^{ef}	72.88 ^{cd}	67.35 ^b
2000	71.71 ^c	61.58 ^a	63.56 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก47 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษาพันธุ์
เป่ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลลา
แนวตั้ง) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	พันธุ์เป่า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	6.07 ^{abcde}	6.66 ^{bcde}	7.16 ^{cde}
1600	4.22 ^a	4.49 ^{ab}	7.33 ^{de}
1800	5.60 ^{abcd}	4.92 ^{abc}	6.72 ^{bcde}
2000	6.67 ^{bcde}	8.07 ^c	7.76 ^{de}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก48 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ยของผลการศึกษาผนัง
เป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลาน
แนวตั้ง) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	6.82 ^{ab}	9.71 ^{cd}	9.08 ^{bcd}
1600	5.74 ^a	8.29 ^{abc}	9.24 ^{bcd}
1800	8.21 ^{abc}	8.97 ^{bcd}	10.56 ^{cde}
2000	11.49 ^{de}	11.44 ^{de}	13.19 ^e

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ตารางผนวกที่ ก49 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ยของผลการศึกษา
ผนังเป้ากระทบและความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดทานตะวัน(แกนเพลาน
แนวตั้ง) ที่อัตราการป้อน 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ความเร็วจานเหวี่ยง (รอบต่อนาที)	ผนังเป้า		
	เหล็ก	สายพานผ้าใบ	ยาง
1400	8.05 ^a	14.56 ^{cd}	13.40 ^{bcd}
1600	8.56 ^a	11.12 ^{abc}	13.09 ^{bcd}
1800	8.31 ^a	13.22 ^{bcd}	15.35 ^d
2000	10.12 ^{ab}	18.88 ^e	15.47 ^d

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดย
วิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายณัฐกรณ์ ชื่นจำ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 8 เมษายน 2524
สถานที่เกิด	นครปฐม
ประวัติการศึกษา	เข้าศึกษาระดับในปริญญาตรี เมื่อปีการศึกษา 2542 ณ ภาควิชาเกษตรกลวิธาน สาขาเกษตรกลวิธาน คณะ เกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยา เขตบางพระ สำเร็จการศึกษา เมื่อปีการศึกษา 2545
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	

