

**สำรวจปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพของฝักมะขามหวานที่มีส่วนในการตัดสินใจ
ออกแบบ สร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขาม**
**Explore the Physical Factors of Sweet Tamarind with Design Decisions,
Create a Draft Master Separation Tamarind Pods**

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์¹ อนันตกุล อินทรผดุง² ดุชนี ศุภวรรณกุล³ และ เอนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์⁴

Saksirichai Srisawad¹, Anantakul Intarapadung², Dusanee Supawantanakul³
and Anekpong Thammathiwat⁴

¹นักศึกษาปริญญาเอกหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

^{2,3}สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

⁴สาขาวิชาเอกเทคโนโลยีอุตสาหกรรมก่อสร้าง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

*E-mail : Seksunsek@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพของฝักมะขามหวานที่มีในการตัดสินใจออกแบบ สร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขาม ซึ่งปัจจัยที่มีส่วนในการตัดสินใจออกแบบ สร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขามหวาน ได้แก่ ความยาวฝัก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฝัก ความหนาเปลือก รูปร่างฝัก ความแข็งแรงเปลือก ส่วนการออกแบบ สร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขามแบ่งเป็น 2 ขนาด หลักการทำงานของแบบร่างต้นแบบจะใช้การสั่นเขย่าที่รางคัดฝักที่ทำหน้าที่บังคับฝักมะขามให้ไหลไปตามแนวความยาวฝักผ่านช่องคัดแยก โดยใช้น้ำหนักฝักกับความยาวของฝักเป็นตัวคัดแยกฝักที่มีความยาวไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จะร่วงลงในช่องคัด และไหลลงในภาชนะที่เตรียมไว้ ส่วนผลการประเมินแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขาม มีความคิดเห็นในภาพรวม มีค่า $\bar{X}$ = 3.80 มีค่า S.D. = 0.340 ความคิดเห็นอยู่ระดับเห็นด้วย

คำสำคัญ : ลักษณะทางกายภาพ ฝักมะขามหวาน แบบร่างต้นแบบการคัดแยก

Abstract

This research aims to study physical characteristics of sweet tamarind pods to design a sorting machine. The research intends to explore physical characteristics relevant to design decisions and create a tamarind pod separation prototype using measurements of length, diameter, shell thickness, shell shape and firmness. The design of sorting machine intends to categorize tamarind pods into two sizes. The machine uses vibration to sort them based on weight and size of tamarind pods. Those that had weight or length lower than the criteria would be separated. The results of the prototype found that overall opinion is at a value of $\bar{X}$ = 3.80 S.D. = 0.340 and comments tested in the agree rating threshold.

Keywords : Physical Factors, Sweet Tamarind Pods, Draft master separation.

1. บทนำ

จากการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลการคัดแยกขนาดฝักมะขามกับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะขามหวานในจังหวัดเพชรบูรณ์ สังเวียน จันทมาลา (2556, 21 ธันวาคม) มณฑา สีแก้ว (2558, 21 มีนาคม) การคัดแยกขนาดฝักมะขามเกษตรกรผู้ปลูกมะขามหวานปัจจุบันยังคงใช้แรงงานคนในการคัดแยกขนาดฝักด้วยมือ โดยใช้ประสบการณ์ความชำนาญส่วนตัว โดยการคัดแยกฝักมะขามเป็น 2 ขนาด คือ เกรด A ที่มีจำนวนข้อ 5 ข้อขึ้นไป และเกรด B ที่มีจำนวนข้อ 1-2 ข้อบ้างแต่ไม่ถึง 5 ข้อ ซึ่งไม่สอดคล้องกับ(ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2557, 17 ตุลาคม) พิจารณาขนาดฝักมะขามหวานจากจำนวนข้อแบ่งเป็น 3 ขนาด คือ 1,2,3 จำนวนข้อต่อฝัก ได้แก่ ≥ 7 , 4-6, 1-3 ข้อ ตามลำดับ ใช้กำหนดเป็นชั้นทางการค้าซึ่งค่าอาจกำหนดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการหรือตามข้อจำกัดที่มีเนื่องจากฤดูกาล ซึ่งนั่นเองก็เป็นข้อจำกัดเองของมาตรฐานนี้ ประกอบกับบัณฑิต จริโมภาสและนิติพงษ์ ใจสิน (2549) ใช้เทคนิคการประมวลผลด้วยภาพคัดแยกฝักมะขามหวาน สามารถคัดแยกฝักมะขามหวานตามรูปร่างขนาด และรอยแตก ได้ประสิทธิภาพ แต่ผลและการวิจารณ์ พบว่า อุปกรณ์ยังไม่เป็นที่ยอมรับเพราะในทางปฏิบัติปัจจุบันของเกษตรกรส่วนมากยังใช้วิธีการประมาณความยาวฝักส่วนตัวเพื่อกำหนดขนาดฝัก อาจเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนยากเกินกว่าเกษตรกรผู้ปลูกมะขามหวานทำความเข้าใจ และเนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ หากใช้งานไประยะเวลาหนึ่งอาจเกิดปัญหากับอุปกรณ์ เนื่องจากฝักมะขามจะมีฝุ่นผงได้จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจำเป็นต้องหาค่าที่เป็นเกณฑ์โดยการเทียบเคียงมาตรฐานของประกาศกระทรวงฯ และให้สอดคล้องกับวิธีการคัดขนาดฝักมะขามหวานของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะขามหวานจังหวัดเพชรบูรณ์ในปัจจุบันจึงมีแนวคิดในการสร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขาม

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

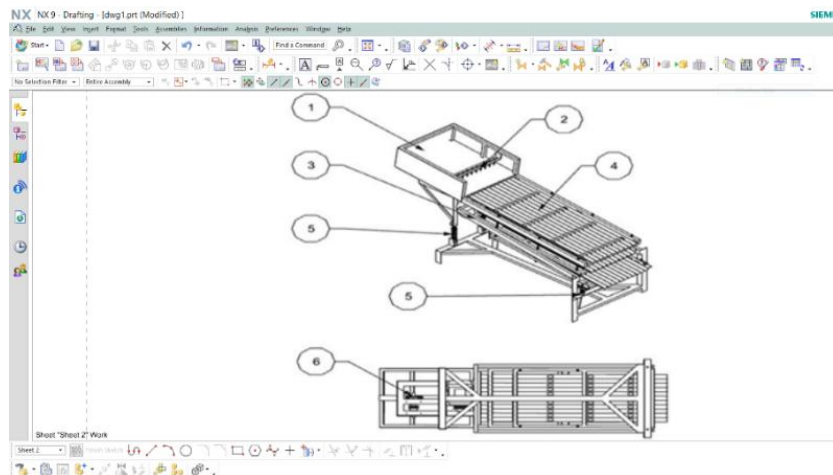
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของมะขามหวาน

1. ขั้นตอนนี้ได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการศึกษาลักษณะทางกายภาพของมะขามหวาน ประกอบ 1) กวีศรี วานิชกุลและสุวีวรรณ สุนทรส (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบลักษณะประจำพันธุ์ของมะขามหวาน 5 พันธุ์ 2) บัณฑิต จริโมภาสและนิติพงษ์ ใจสิน (2549) เทคนิคการประมวลผลด้วยภาพคัดแยกฝักมะขามหวานการศึกษาลักษณะทางกายภาพของมะขาม 3) บัณฑิต จริโมภาสและบุญยวิษ ศรีสวัสดิ์ (2548) ความเสียหายหลังการขนส่งและบรรจุภัณฑ์ของมะขามหวานไทย
2. ลงพื้นที่สัมภาษณ์ข้อมูลกับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะขามหวานในจังหวัดเพชรบูรณ์
3. สังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้เพื่อนำมาประกอบการออกแบบ และสร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขาม

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ และสร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขาม

ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ และเอราวัณ ชาญพหล (2559) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ(Computer Aided Design=CAD) คอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างชิ้นส่วน (Part) ด้วยแบบจำลองทาง

เรขาคณิต โดยโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ โปรแกรม SIEMENS NXTM Version 9.0 ลิขสิทธิ์ของ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การใช้โปรแกรม NX 9.0 ในการเขียนแบบร่างต้นแบบ

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินแบบร่างต้นแบบการคัดแยกผักมะขาม

ในการวิจัยในขั้นตอนนี้ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบ และสร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกผักมะขาม จำนวน 5 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบร่างต้นแบบการคัดแยกผักมะขาม และแบบประเมินความคิดเห็น การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน เป็นแบบตรวจสอบรายการด้วยการแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ(พิสนุ พองศรี, 2549)ของข้อมูลแต่ละรายการ ส่วนการวิเคราะห์ผลการประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแบบร่างต้นแบบการคัดแยกผักมะขาม เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ ด้วยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (สมนึก กัททยิธาณี, 2546)

3. ผลการวิจัย

ในขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของมะขามหวาน ดังนี้

กวีศร์ วานิชกุลและสุริวรรณ สุนทรธส (2550) ได้ศึกษานำเสนอข้อมูลลักษณะทางกายภาพของมะขามหวาน 5 พันธุ์ คือ ประกายทอง ชันดี สีทอง ศรีชมภู และหมื่นจง ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 จากตารางที่ 1 ได้เสนอ น้ำหนักเนื้อ/ฝัก น้ำหนัก/ฝัก จำนวนฝัก/กิโลกรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติ พันธุ์สีทอง น้ำหนักเนื้อ/ฝัก น้ำหนักฝักเฉลี่ยมากที่สุด พันธุ์ศรีชมภู มีน้ำหนักเนื้อ/ฝัก น้ำหนักฝักเฉลี่ยน้อยที่สุด ความหนาเปลือกแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 1 Length, width and thickness of pod of 5 cultivars of sweet tamarind.

Cultivar	Width (cm)	Length (cm)	Thickness (cm)
Pragaythong	2.78a ¹	10.59c ¹	2.23a ¹
Khanti	2.45b	14.53b	2.01b
Srithong	2.37b	21.40a	1.93bc
Srichompoo	2.03c	13.25b	1.89c
Muenjong	2.42b	22.12a	1.91c
F-test	*	*	*
C.V.(%)	11.07	29.48	7.00

* Significant at 5% level

¹ Mean within the same column followed by the same letter are not significant difference at 5% level according to DMRT

ที่มา : กวิศร์ วานิชกุลและสุริวรรณ สุนทรส (2550)

บัณฑิต จริโมภาส และนิติพงษ์ ใจสิน (2549) ได้ศึกษานำเสนอข้อมูลลักษณะทางกายภาพของมะขามหวาน พันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์ที่นิยม คือ สีทองและศรีชมภู ตัวแปรกำหนดคุณภาพ ได้แก่ รูปร่าง (ฝักตรง ฝักดาบ และ ฝักโค้ง) ขนาด (เล็ก กลาง ใหญ่) ตัวแปรทางกายภาพที่ใช้ระบุรูปร่าง ได้แก่ อัตราส่วนเส้นรอบวงกลมล้อมรอบฝัก (C) ตัวแปรจำแนกขนาดได้แก่ ความยาว เส้นรอบรูปพื้นที่ภาพฉายของฝัก ค่า C ของแต่ละรูปร่าง ฝักที่มีความโค้งมากก็จะให้ค่าที่มากกว่า โดยค่าดังกล่าวแสดงในตารางที่ 2 โดยฝักโค้งจะมีค่ามากที่สุด >68% และฝักตรงจะมีค่าน้อยที่สุด 51-55%

ตารางที่ 2 Percentage of Curvature of the Sweet Tamarind

Shape	Percentage of Curvature
Straight	51 - 55 %
Sword – like	57 - 65 %
Curved	greater than 68 %

ที่มา : บัณฑิต จริโมภาสและนิติพงษ์ ใจสิน (2549)

บัณฑิต จริโมภาส และนิติพงษ์ ใจสิน (2549) ขนาดของฝักมะขามซึ่งถูกคัดมาจากเกษตรกรทั้งสองพันธุ์ แบ่งเป็น 3 ขนาดแสดงค่าใน ตารางที่ 3 ซึ่งเป็นขนาดที่ได้จากการอ่านค่าของระบบการวัด แบ่งออกเป็น 3 ตัวแปร คือ ความยาว พื้นที่ภาพฉายและเส้นรอบรูป ค่าดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าพันธุ์สีทองมีลักษณะทางกายภาพที่ใหญ่กว่าพันธุ์ศรีชมภู

ตารางที่ 3 Grading of Sweet Tamarind

Average Grading				
Variables	Sri - Tong		Sri-chompoo	
	Grade	Average	Grade	Average
length pod (cm)	1	13.58	1	11.34
	2	12.31	2	9.35
	3	10.57	3	8.68
Project area (cm)	1	36.85	1	26.56
	2	31.7	2	20.48
	3	26.29	3	16.52
Circumference (cm)	1	27.56	1	23.98
	2	24.68	2	19.64
	3	22.03	3	17.72

ที่มา : บัณฑิต จริโมภาสและนิติพงษ์ ใจสิน (2549)

บัณฑิต จริโมภาส และบุญยวิษ ศรีสวัสดิ์ (2548) การศึกษาลักษณะทางกายภาพมะขามหวานพันธุ์ศรีชมภู และพันธุ์สีทอง เพื่อวัดขนาดของมะขามหวาน วัดความหนา เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของฝักมะขามหวาน ความยาว ฝักมะขามหวานตามความโค้งของฝักและน้ำหนักของฝัก โดยมะขามหวานพันธุ์ศรีชมภูจะมีลักษณะของฝักค่อนข้างตรง กลม และมีขนาดเล็ก บริเวณส่วนนอกของฝักมีร่องแบน (ฝักอกร่อง) เปลือกฝักบางแตกง่ายได้ง่าย (บัณฑิต และสุพัตตา, 2548) น้ำหนักเฉลี่ย 16.8 ± 3.9 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 19.6 ± 2.4 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 101.6 ± 16.8 มิลลิเมตร และความกว้างจำเพาะเฉลี่ย 0.56 ± 0.03 มิลลิเมตร และความกว้างจำเพาะเฉลี่ย 0.59 ± 0.05

ตารางที่ 4 Damage of sweet tamarind in various retail packages

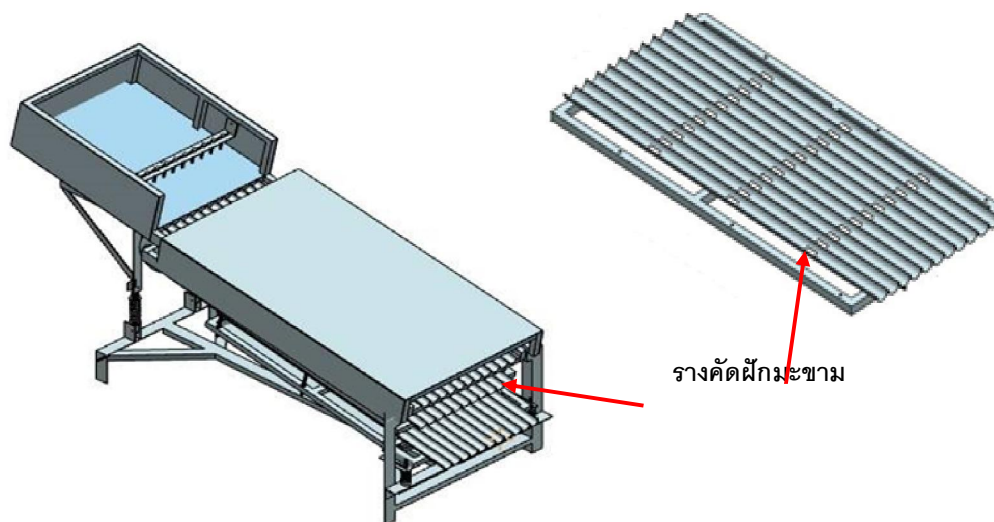
Sweet		Damage type (%)						
Tamarind	Retail	Broken	Hair line break	Stem end break	Hole	Fungi attacked skin	Total damag e	Total weight (g)
Cultivar	Package							
Sri	Foam ray	40.83±8.3	7.58±6.0	3.97±1.45	3.05±0.98	1.12±1.11	56.56±15.	2491
Chompoo		3	4				84%	
	Plastic net	21.97±4.4	4.43±3.7	14.34±5.0	5.03±3.74	0.97±2.11	46.77±8.5	4802
	bag	6	1	6			9%	
Si Tong	Plastic bag	25.51±8.9	10.0±1.8	5.66±5.03	7.18±5.35	2.79±2.55	51.15±9.6	5292
		9	4				2%	
	Paper box	12.42±6.8	2.03±2.9	10.28±7.4	8.44±10.3		33.17±7.7	2761
		4	5	3	5		6%	

ที่มา : บัณฑิต จริโมภาสและและบุญวิษ ศรีสวัสดิ์ (2548)

สังเวียน จันทมาลา (2556, 21 ธันวาคม) มณฑา สีแก้ว (2558, 21 มีนาคม) การคัดแยกขนาดฝักมะขาม
เกษตรกรผู้ปลูกมะขามหวานปัจจุบันยังคงใช้แรงงานคนในการคัดแยกขนาดฝักด้วยมือ โดยคัดเป็น 2 ขนาด คือ
เกรด A ที่มีจำนวนข้อ 5 ข้อขึ้นไป และเกรด B ที่มีจำนวนข้อ 1-2 ข้อบ้างแต่ไม่ถึง 5 ข้อ

ขั้นตอนที่ 2 ผลการออกแบบ และสร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขาม

ในขั้นตอนนี้ได้ออกแบบชิ้นส่วนประกอบแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขาม แบ่งเป็น
แบบร่างถาดใส่ฝักมะขามทำหน้าที่รองรับฝักมะขามก่อนการเริ่มคัด แบบร่างชุดชะลอฝักมะขามทำหน้าที่ชะลอฝัก
มะขามไม่ให้แย่งกันเข้ารางคัดฝัก แบบร่างรางคัดฝักมะขามทำหน้าที่บังคับฝักมะขามไม่ให้กระเด็นไปแบบไร้ทิศทาง
ให้ไหลผ่านช่องคัดฝักไปตามแนวยาวฝัก แบบร่างระยะห่างชั้นของรางคัดฝักมะขามทำหน้าที่ใช้เป็นช่องสำหรับไว้
คอยตรวจการทำงานของรางคัดแต่ละชั้น แบบร่างชุดรองฝักมะขามทำหน้าที่รองรับฝักมะขามที่ร่วงผ่านช่องคัดชั้น
บนลงไป แบบร่างโครงสร้างมีหน้าที่ยึดชิ้นส่วนประกอบต่างๆ แบบร่างระบบส่งกำลังทำหน้าที่ส่งกำลังให้รางคัด
มะขามทำงาน แบบร่างระบบเขย่าฝักมะขามทำหน้าที่ให้ฝักมะขามเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แบบร่างระบบป้องกันการ
ลื่นสะเทือนทำหน้าที่รองรับแรงสั่นสะเทือนของโครงสร้างทั้งหมด ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักร่มขาม

ขั้นตอนที่ 3 ผลการประเมินแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักร่มขาม

1. ผลค่าความถี่และค่าร้อยละของด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบ และสร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักร่มขาม

ผลการวิจัยพบว่าในภาพรวม ข้อมูลทั่วไปมีเพศชาย 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 เพศหญิง 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ช่วงอายุ 20-40 ปีมี 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 20 ช่วงอายุ 41 ปีขึ้นไปมี 4 ราย คิดเป็นร้อยละ 80 ประสบการณ์ทำงาน 10-20 ปีขึ้นไปมี 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 20 ประสบการณ์ทำงาน 21 ปีขึ้นไปมี 4 ราย คิดเป็นร้อยละ 80

2. ผลค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบ และสร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักร่มขาม

ตารางที่ 5 สรุปผลค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบ และสร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักร่มขาม

ประเด็นการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	สรุปผล
1. ความเหมาะสมของการออกแบบร่างภาตใส่ฝักร่มขาม	4.00	0.310	เห็นด้วย
2. ความเหมาะสมของการออกแบบร่างชุดชะลอฝักร่มขาม	4.00	0.310	เห็นด้วย
3. ความเหมาะสมของการออกแบบร่างรางคัดฝักร่มขาม	3.60	0.440	เห็นด้วย
4. ความเหมาะสมของการออกแบบร่างระยะห่างชั้นของรางคัดฝักร่มขาม	3.60	0.440	เห็นด้วย
5. ความเหมาะสมของการออกแบบร่างชุดรองฝักร่มขาม	4.00	0.310	เห็นด้วย
6. ความเหมาะสมของการออกแบบร่างโครงสร้าง	4.00	0.310	เห็นด้วย
7. ความเหมาะสมของการออกแบบร่างระบบส่งกำลัง	4.20	0.250	เห็นด้วย

ประเด็นการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	สรุปผล
8. ความเหมาะสมของการออกแบบร่างระบบเขย่าฝักมะขาม	4.00	0.310	เห็นด้วย
9. ความเหมาะสมของการออกแบบร่างระบบป้องกันการ สั่นสะเทือน	3.40	0.500	เห็นด้วย
10. ความเหมาะสมของการออกแบบร่างความเร็วของเพลาย่อย	3.40	0.500	เห็นด้วย
11. ความเหมาะสมของการออกแบบร่างความถี่ในการเขย่า	3.60	0.310	เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย	3.80	0.340	เห็นด้วย

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินความคิดเห็นในภาพรวม พบว่า มีค่า $\bar{x} = 3.80$ มีค่า S.D. = 0.340 ความคิดเห็นอยู่ระดับเห็นด้วย เมื่อวิเคราะห์เป็นรายข้อพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ความเหมาะสมของการออกแบบร่างระบบส่งกำลัง มีค่า $\bar{x} = 4.20$ มีค่า S.D. = 0.250 ความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ความเหมาะสมของการออกแบบร่างระบบป้องกันการสั่นสะเทือน และความเหมาะสมของการออกแบบร่างความเร็วของเพลาย่อย มีค่า $\bar{x} = 3.40$ มีค่า S.D. = 0.500 ความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย

4. สรุปและเสนอแนะ

จากการสำรวจปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพของฝักมะขามหวานที่มีส่วนในการตัดสินใจ ออกแบบ สร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขาม นั้นมีหลายปัจจัย เช่น ความยาวฝัก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฝัก ความหนาเปลือก รูปร่างฝัก ความแข็งแรงเปลือก ส่วนประเด็นการคัดแยกฝักของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์ ยังคงยึดคัดแยกฝักเป็น 2 ขนาด ฝักที่มี 5 ข้อขึ้นไป และ 1-2 ข้อแต่ไม่ถึง 5 ข้อ จึงเป็นแนวคิดของผู้ศึกษาที่จะออกแบบแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักให้สอดคล้องกับวิถีปฏิบัติของเกษตรกร จึงได้ออกแบบให้ทำการคัดแยกเป็น 2 ขนาด โดยใช้ความยาวฝักเฉลี่ยเทียบกับประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2557, 17 ตุลาคม) ขนาดฝักที่มีจำนวนข้อต่อฝัก 4 ข้อขึ้นไป มาหาค่าความยาวฝักเฉลี่ยในการออกแบบแบบร่างช่องคัดฝักมะขาม บนรางคัดฝักมะขาม ในส่วนหลักการคัดแยกฝักของแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขาม จะใช้หลักการสั้นเขยารางคัดฝัก ให้บังคับฝักมะขามไหลไปตามราง ตามแนวยาวฝักผ่านช่องคัดโดยใช้น้ำหนักฝักกับความยาวของฝักเป็นตัวคัดแยก โดยฝักที่มีความยาวไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จะร่วงลงในช่องคัด และไหลลงในภาชนะที่เตรียมไว้ ส่วนผลการประเมินแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขามต้นแบบ ความคิดเห็นในภาพรวม มีค่า $\bar{x} = 3.80$ มีค่า S.D. = 0.340 ความคิดเห็นอยู่ระดับเห็นด้วย ประเด็นด้านความเหมาะสมของการออกแบบร่างระบบป้องกันการสั่นสะเทือน และความเหมาะสมของการออกแบบร่างความเร็วของเพลาย่อย ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะให้พิจารณาให้เหมาะสม ส่วนประเด็นปัญหาและข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้มีข้อเสนอแนะเรื่องความเหมาะสมของการออกแบบร่างระยะห่างชั้นของรางคัดฝักมะขาม ข้อสังเกตเนื่องจากมะขามมีเปลือกฝักบางแตกง่ายได้ง่าย การตกจากความสูงของชั้นคัดฝักอาจทำให้เปลือกแตกเสียหายได้ แนวทางการแก้ไขปัญหาคือออกแบบให้แบบร่างระยะห่างชั้นของรางคัดฝักมะขามมีระยะที่ชิดกันมากกว่าเดิมเพื่อป้องกันไม่ให้เปลือกมะขามแตกง่ายได้ในขณะที่ฝักมะขามร่วงผ่านช่องคัดฝักลงมาหาตะแกรงชั้นถัดไปและขณะที่ฝักมะขามไหลผ่านรางคัดฝักลงไปสู่ภาชนะใส่ฝักมะขาม

5. กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาครั้งนี้ขอขอบคุณคณะกรรมการที่ปรึกษาหัวข้อคุณวุฒิพนธ์หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบ และสร้างแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขามทั้ง 5 ท่าน ที่ให้ความกรุณาในการประเมินแบบร่างต้นแบบการคัดแยกฝักมะขาม จนสำเร็จลุล่วงเป็นไปด้วยดี ขอขอบคุณกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในตอบแบบประเมินความคิดเห็น และขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่อำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือเครื่องจักรต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานที่คอยให้คำแนะนำรวมถึงนักศึกษาทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดามารดาที่คอยให้กำลังใจตลอดมา ทำให้ข้าพเจ้ามีแรงบันดาลใจในการเขียนบทความครั้งนี้

หากบทความนี้มีความผิดพลาดประการใด ทางผู้ศึกษาค้นคว้าขอน้อมรับข้อเสนอนะ และขอคิดเห็นต่างๆ เพื่อนำไปปรับปรุงให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กวิศร์ วานิชกุล และสุวีรธรณ สุคนธรส. (2550). ได้ศึกษาการเปรียบเทียบลักษณะประจำพันธุ์ของมะขามหวาน 5 พันธุ์. ว.วิทย. กษ. 38(6)(พิเศษ) : 37-40
- [2] บัณฑิต จริโมภาส และนิติพงษ์ใจสิน. (2549). เทคนิคการประมวลผลด้วยภาพคัดแยกฝักมะขาม. ว. วิทย. กษ. 37 : 5 (พิเศษ) : 280-283.
- [3] บัณฑิต จริโมภาส และบุญยวิช ศิริสวัสดิ์. (2548). ความเสียหายหลังการขนส่งและบรรจุภัณฑ์ของมะขามหวานไทย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- [4] ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร : มะขามหวาน ตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551. (2557, 28 พฤศจิกายน). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 131 ตอนพิเศษ 243 ง
- [5] พิสนุ พองศรี. (2549). วิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : เทียมฟ้าการพิมพ์.
- [6] สมนึก ภัททิยธานี. (2546). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.
- [7] มณฑา สีแก้ว. (2558, 21 มีนาคม). เจ้าของสวนมะขาม ไร่อินทร์สิงห์. สัมภาษณ์.
- [8] ศักดิ์ศิริชัย ศิริสวัสดิ์ และเอราวัณ ขาญพหล. (2559). การศึกษาลักษณะทางกายภาพของใบยาสำหรับสร้างแบบงานต้นแบบในการฉีกก้าน ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 "งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น" 22 กรกฎาคม 2559. หน้า 431. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- [9] สังเวียน จันทมาลา. (2556, ธันวาคม 21). ประธานกลุ่มมะขามหวานแปรรูปบ้านยาวิ. สัมภาษณ์.