

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 7ว

ของ

นางวรรณดี บินไชย
นักวิทยาศาสตร์ 6ว

การศึกษามลิตทุเรียนผงเพื่ออุตสาหกรรม

(Study on Durian Powder Production for Industrial Scale)

ผู้ร่วมดำเนินการ

นางสาว ปฎิญา คงแป้น นักวิทยาศาสตร์ 5
นางสาว ชุติมา ศรสำราญ นักวิทยาศาสตร์ 4

กลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 1

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 7ว

ของ

เลขหมู่	จศ กช ๑๑ ๕๖
เลขทะเบียน	11568
วันที่	16 / 5.01 / 46

นางวรรณดี บินไชย
นักวิทยาศาสตร์ 6ว

ด้วยอภิหนักนาการ
จาก

จศ.

การศึกษามลิตทุเรียนผงเพื่ออุตสาหกรรม
(Study on Durian Powder Production for Industrial Scale)

ผู้ร่วมดำเนินการ

นางสาว ปฎิญา คงแป้น นักวิทยาศาสตร์ 5
นางสาว ชุติมา ศรสำราญ นักวิทยาศาสตร์ 4

กลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 1
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาทดลองผลิตทุเรียนผง 3 วิธี คือ ใช้ตู้อบลมร้อน (cabinet dryer, CD) ใช้เครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer, DD) และ เครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง (freeze dryer, FD) พบว่า วิธี CD และ FD เหมาะกับทุเรียนสุกห่ามและสุกพอดี ส่วนทุเรียนสุกมาก การทำแห้งใช้เวลาค่อนข้างนาน ผลิตภัณฑ์แห้งไม่สม่ำเสมอ รวมทั้งมีปัญหาการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ ส่วนวิธี DD ใช้ได้กับทุเรียนทุกระดับความสุก มีอัตราการผลิตสูง จึงมีแนวโน้มผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ดี

ทุเรียนผงที่ผลิตได้โดยเครื่อง DD มีปริมาณความชื้นร้อยละ 3.2-3.6 ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 30-35 ของน้ำหนักทุเรียน มีต้นทุนการผลิตกิโลกรัมละ 145-230 บาท (แปรผันตามพันธุ์และราคาทุเรียนผลสด) การผลิตทุเรียนผงโดย CD มีต้นทุนการผลิตกิโลกรัมละ 105-270 บาท ได้ทุเรียนผงมีคุณภาพต่ำ มีสีเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และการผลิตทุเรียนผงโดยเครื่อง FD แม้จะได้ทุเรียนผงคุณภาพดี แต่มีข้อจำกัดไม่เหมาะกับทุเรียนสุกมาก และมีต้นทุนการผลิตสูงถึง 287-373 บาทต่อกิโลกรัม

การผลิตทุเรียนผงโดยเครื่อง DD มีตัวแปรหรือปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพในด้านสี และกลิ่นรสของทุเรียนผง ได้แก่ สภาวะการผลิต (อุณหภูมิของผิวลูกกลิ้ง และความเร็วรอบของลูกกลิ้ง) พันธุ์ และระดับความสุกของทุเรียน การผลิตในเชิงอุตสาหกรรม ต้องใช้สภาวะการผลิตที่เหมาะสม คือ ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้งเป็น 2 รอบต่อนาที และใช้ทุเรียนสุกพอดี หรือสุกมากผสมสุกห่าม อัตราส่วน 1:1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำไปคบปั่นให้ละเอียด ได้ทุเรียนผงที่มีสีเหลือง และกลิ่นรสตามชนิดของทุเรียน บรรจุในถุงอะลูมิเนียมพอยล์ลามิเนต หรือถุงโพลีเอทิลีนชนิดหนา เก็บที่อุณหภูมิห้องเย็น (10 องศาเซลเซียส) ได้นาน 12 เดือน ส่วนการเก็บที่อุณหภูมิห้อง (30-37 องศาเซลเซียส) เก็บได้นาน 3-5 เดือน หลังจากนั้นทุเรียนผงจะเริ่มเกิดการเปลี่ยนสี และกลิ่นรส

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ พบว่าทุเรียนผงมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 4.7-10 5.7-8.9 และ 66.6-80.8 ตามลำดับ และค่าพลังงานความร้อน 386.2-392.3 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ส่วนอาหารว่างชนิดกรอบพอง มีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 5.5 6.2 79.1 ตามลำดับ และค่าพลังงานความร้อน 394.4 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม

การผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพองจากทุเรียนผง โดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ ได้ศึกษาทดลองปรับอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ พบว่า สูตรที่ได้ผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดกรอบพองที่มีลักษณะพอง เนื้อโปร่ง กรอบ สุกสม่ำเสมอ และมีกลิ่นรสดี เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ประกอบด้วย ข้าวเจ้าบด ข้าวโพดบด ถั่วเหลืองบด และทุเรียนผง ร้อยละ 76-77 6.5-7 5 และ 10-11.5 ตามลำดับ และเคลือบปรุงรสด้วยทุเรียนผงอีกร้อยละ 5-10

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
สารบัญ	ii
สารบัญตาราง	iii
สารบัญภาพ	iii
บทที่ 1 บทนำ	1
ปัญหาและที่มาของการศึกษาทดลอง	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	3
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินงาน	7
บทที่ 4 ผลการศึกษาทดลอง	14
บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการศึกษาทดลอง	22
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาทดลอง	25
กิตติกรรมประกาศ	26
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	48
ภาคผนวก ก.	49
ตารางผนวกที่ ก.1-2 อายุการเก็บ สี และความชื้นของทุเรียนผง	50
ตารางผนวกที่ ก.3-8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส	52
ผลิตภัณฑ์อาหารว่าง	
ภาคผนวก ข.	54
ภาพผนวก ข.1-12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี/ ความชื้น กับอายุการเก็บทุเรียนผง	55
ภาคผนวก ค.	61
วิธีการวิเคราะห์	62

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อทุเรียน 100 กรัม	3
2	การผลิตอาหารว่างโดยใช้สภาวะเครื่องเย็บกระดาษที่อุณหภูมิต่างกัน	11
3	ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารว่างเต็มและไม่เต็มแป้งดัดแปร	12
4	ส่วนประกอบในการปรุงแต่งรสผลิตภัณฑ์อาหารว่าง	12
5	สูตรที่ใช้เคลือบปรุงรส สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารว่าง 100 กรัม	13
6	ทุเรียนผงผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง สภาวะการผลิต : ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาที 12 วินาที	28
7	ทุเรียนผงผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง สภาวะการผลิต : ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาที 8 วินาที	28
8	ทุเรียนผงผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง สภาวะการผลิต : ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาที 50 วินาที	29
9	ทุเรียนผงผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง สภาวะการผลิต : ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาที 30 วินาที	29
10	ทุเรียนผงผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง สภาวะการผลิต : ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาที 12 วินาที	30
11	ทุเรียนผงผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง สภาวะการผลิต : ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 30 วินาที	30
12-15	ทุเรียนผงผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง สภาวะการผลิตต่างกัน	31
16	ผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดกรอบพองเต็มทุเรียนผง ร้อยละ 20 ที่สภาวะการผลิตต่างกัน	33
17	ผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดกรอบพองเต็มทุเรียนผง ร้อยละ 10 และ 12.5 ที่สภาวะการผลิตต่างกัน	33
18	ผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดกรอบพองเต็มทุเรียนผง ร้อยละ 12.5 และ 15	33
19	ผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดกรอบพองเต็มทุเรียนผง ร้อยละ 11 และ 12	34

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	ผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดกรอบพองเต็มทุเรียนผง ร้อยละ 10 11 และ 11.5	34
21-22	ส่วนประกอบที่ใช้เคลือบปรุงแต่งรสผลิตภัณฑ์อาหารว่าง	34
23	คุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างทุเรียนผงและอาหารว่างชนิดกรอบพอง	35
24-26	ต้นทุนการผลิตทุเรียนผง	35
27	เปรียบเทียบความแตกต่างของการผลิตทุเรียนผง 3 วิธี	36
28	ต้นทุนการผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพองจากทุเรียนผงโยเครืองเอ็กซ์ทราเดอร์	37

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง	38
2	ทุเรียนพันธุ์ชะนี	38
3	ทุเรียนพันธุ์ชะนี(ห้าม) อบแห้งโดยตูอบลมร้อน	39
4	ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง(ห้าม) อบแห้งโดยตูอบลมร้อน	39
5	ทุเรียนอบแห้งโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง	40
6	ทุเรียนผงโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง	40
7	ทุเรียนอบแห้งโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง	41
8-10	ทุเรียนผงโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง	41
11	เปรียบเทียบทุเรียนผง ผลิตจากทุเรียนหมอนทองสุกพอดี และสุกมาก ผสมสุกห้ามอัตราส่วน 1:1 โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง	43
12	เปรียบเทียบทุเรียนผง ผลิตจากทุเรียนหมอนทองสุกพอดี ชะนีสุกมาก และชะนีสุกมากผสมสุกห้ามอัตราส่วน 1:1 โดยเครื่องทำอาหารแห้ง แบบลูกกลิ้ง	44
13	เปรียบเทียบทุเรียนผง ผลิตจากทุเรียนหมอนทองสุกพอดี ชะนีสุกมาก ผสมสุกห้ามอัตราส่วน 1:1 และหมอนทองสุกมากผสมสุกห้าม อัตราส่วน 1:2 โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง	44
14	อาหารว่างชนิดกรอบพองจากทุเรียน	45
15	คูกี้ทุเรียนและเค้กทุเรียนผลิตจากทุเรียนผง	45
16	ขั้นตอนการผลิตทุเรียนผง โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง	46
17	ขั้นตอนการผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพองจากทุเรียน	47

บทที่ 1

บทนำ

ทุเรียน เป็นผลไม้เขตร้อน มีถิ่นกำเนิดในแถบประเทศมลายู ในปัจจุบันมีการปลูกทุเรียนทั่วไปในประเทศไทย พม่า อินโดนีเซีย อินเดีย และศรีลังกา ไทยเป็นประเทศที่ปลูกทุเรียนได้มากและส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยเฉพาะพันธุ์หมอนทองได้รับการยอมรับว่ามีเนื้อหนา กลิ่นและรสชาติที่สุด ทุเรียนจึงจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยชนิดหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตาม การส่งออกในรูปของทุเรียนสด ราคาจะขึ้นลงไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิต และความต้องการของลูกค้า และที่สำคัญทุเรียนสดมักมีอายุการเก็บสั้น เกิดการเน่าเสียได้ง่าย และจากนโยบายการค้าเสรีในยุคโลกาภิวัตน์ที่ระบบเศรษฐกิจสามารถเชื่อมโยงถึงกันอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดการแข่งขันทางการค้าอย่างรุนแรง จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ไทยต้องปรับบทบาทจากการส่งออกสินค้าเกษตรในรูปผลผลิตสด เป็นสินค้าแปรรูป ซึ่งต้องดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาทั้งกระบวนการผลิตและคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 ที่เล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาขีดความสามารถของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การแข่งขันทางการค้าและเศรษฐกิจระหว่างประเทศ ตลอดจนการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน

1.1 ปัญหาและที่มาของการศึกษาทดลอง

ปัญหาที่สำคัญของเกษตรกรผู้ผลิตทุเรียน ก็คือ ในฤดูกาลที่มีผลผลิตออกสู่ตลาดปริมาณมาก มีผลให้ราคาตกต่ำ เกษตรกรประสบปัญหาขาดทุน เพราะทุเรียนเป็นไม้ผลที่มีการลงทุนสูงในการเพาะปลูก และการดูแลรักษา อีกทั้งทุเรียนเป็นผลไม้จัดอยู่ในประเภท climacteric fruit คือเป็นผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูง จึงเน่าเสียได้เร็ว มีอายุการเก็บผลสดในระยะเวลาสั้นเพียง 10-14 วัน และมีข้อจำกัดในเรื่องอุณหภูมิการเก็บรักษา (chilling sensitive) อุณหภูมิที่เก็บรักษาจะไม่สามารถลดต่ำกว่าจุดวิกฤติ (15 องศาเซลเซียส) ได้ ดังนั้นในการศึกษาวิจัยแปรรูปทุเรียน ที่มีศักยภาพเพียงพอที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรม เพื่อการจำหน่ายในประเทศและต่างประเทศ เช่น ทุเรียนอบแห้ง ทุเรียนผง อาหารว่างจากทุเรียน จะช่วยแก้ปัญหาทุเรียนล้นตลาด และช่วยเพิ่มมูลค่าของทุเรียนได้

ทุเรียนผง (durian powder) เป็นผลิตภัณฑ์ทุเรียนอีกรูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญเพราะสามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบเพื่อให้เกิดกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ไอศกรีมทุเรียน เค้กทุเรียน ทอฟฟี่ทุเรียน อาหารว่างจากทุเรียน (durian snack) และทุเรียนแผ่นกรอบ สำหรับอาหารว่างจากทุเรียนที่ผลิตโดยเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ จัดเป็นอาหารประเภทพร้อมบริโภค (ready to eat) มีแนวโน้มที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ดี และเป็นทางเลือกใหม่ของผู้บริโภค การวิจัยการแปรรูปทุเรียน จะเป็นแนวทางริเริ่มพัฒนาอุตสาหกรรมการแปรรูปทุเรียน ให้เกิดผลิตภัณฑ์ทุเรียนที่มีความหลากหลายของชนิดผลิตภัณฑ์ในอนาคต และสามารถพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตทุเรียนผง
- 1.2.2 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพเคมี ฟิสิกส์ และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทุเรียนผง
- 1.2.3 เพื่อวิเคราะห์ต้นทุน รูปแบบการแปรรูปทุเรียนผงในระดับอุตสาหกรรม
- 1.2.4 การใช้ประโยชน์จากทุเรียนผง โดยนำไปผลิตเป็นอาหารว่างชนิดกรอบพอง

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1.3.1 ได้ข้อมูลกระบวนการผลิตที่สามารถใช้เป็นแนวทางริเริ่มอุตสาหกรรมแปรรูปทุเรียน
- 1.3.2 เพิ่มมูลค่าทุเรียนโดยการแปรรูป ช่วยแก้ปัญหาทุเรียนล้นตลาด ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น
- 1.3.3 ได้ผลิตภัณฑ์ทุเรียนสำเร็จรูปที่มีราคาค่อนข้างเสถียร ไม่ขึ้นลงตามภาวะล้นตลาด
- 1.3.4 สอดคล้องกับแผนนโยบายของประเทศ :
 - แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) ยุทธศาสตร์ที่ 4 " การพัฒนาสมรรถนะทางเศรษฐกิจเพื่อสนับสนุนการพัฒนาคนและคุณภาพชีวิต "
 - นโยบายของรัฐบาลข้อที่ 2.5 ด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หัวข้อ 2.5.1 ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในภาคการผลิต

1.4 ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลา 2 ปี (มีนาคม 2543 ถึง มีนาคม 2545)

ณ ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 1 กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทที่ 2 วารสารปริทัศน์

2.1 ข้อมูลทั่วไป

ทุเรียน มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Durio zibethinus* Murray⁽⁶⁾ เป็นผลไม้เขตร้อนที่มีรสชาติดี จัดอยู่ในวงศ์ Bombacaceae ทุเรียนมีแหล่งกำเนิดในแถบประเทศมลายู โดยเฉพาะมาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และประเทศไทย ทุเรียนเจริญได้ดีในเขตอบอุ่นและอากาศชื้นของพื้นที่ใกล้เส้นศูนย์สูตร⁽⁴⁾ เนื้อทุเรียนมีสี ขาว ครีม เหลืองทองหรือออกสีส้มแดง ทั้งนี้สีของเนื้อทุเรียนจะแตกต่างกันไปขึ้นกับสายพันธุ์

ทุเรียนได้รับการยกย่องให้เป็นราชาของผลไม้(the king of fruit)⁽¹⁵⁾ พันธุ์ของทุเรียนมีอยู่มากมาย แต่พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย และมีความสำคัญเชิงเศรษฐกิจ มี 4 พันธุ์⁽¹⁶⁾ ดังนี้

1) **พันธุ์ชะนี** ลักษณะผลค่อนข้างใหญ่ยาว น้ำหนักผลประมาณ 2-3 กิโลกรัม ขนาดของพูไม่สม่ำเสมอ หนามค่อนข้างใหญ่ ผิวสีเข้มอมน้ำตาล ก้านผลสั้น เปลือกค่อนข้างหนา เมื่อสุกเปลือกมีสีเขียวแกมน้ำตาล เนื้อมีสีเหลืองเข้ม เนื้อละเอียดปานกลาง กลิ่นค่อนข้างแรง รสหวานมัน

2) **พันธุ์ก้านยาว** ลักษณะผลกลมได้สัดส่วน ขั้วผลมน ร่องพูเห็นไม่ชัดเจน หนามค่อนข้างถี่และเล็กสม่ำเสมอทั้งผล ผิวของผลมีสีเขียว ก้านผลมีขนาดยาวกว่าพันธุ์อื่นๆ เปลือกค่อนข้างหนา เมื่อสุกเนื้อมีสีเหลือง เนื้อละเอียด กลิ่นไม่รุนแรงนัก รสหวานมัน

3) **พันธุ์หมอนทอง** ลักษณะผลใหญ่ น้ำหนักผลประมาณ 2.5-5 กิโลกรัม พูมักไม่ค่อยเต็มทั้ง 5 พู และมีพูหนึ่งที่มีการเจริญมาก มีหนามเรียวยาวเล็กแหลมอยู่ระหว่างหนามใหญ่ เนื้อหนาสีเหลืองนวล รสหวานมัน กลิ่นไม่รุนแรง เมล็ดมีขนาดเล็ก เป็นทุเรียนที่มีปริมาณเนื้อมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่น

4) **พันธุ์กระดุมทอง** เป็นทุเรียนพันธุ์เบา น้ำหนักผลประมาณ 1-2 กิโลกรัม ผลค่อนข้างกลม ขั้วผลเล็กค่อนข้างยาว หนามเล็กสม่ำเสมอ พูไม่เห็นเด่นชัด ส่วนใหญ่มีพูเต็มทุกพู เนื้อสีเหลืองอ่อน กลิ่นไม่รุนแรง รสไม่ค่อยหวานนัก เนื้อละเอียด

กลิ่นที่รุนแรงของทุเรียนเกิดจากสารประกอบไธออล (thiol compounds) และกลิ่นหอมของทุเรียนเกิดจากสารประกอบเอสเทอร์ (ester) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของสารที่ระเหยได้⁽¹⁾

2.2 คุณค่าทางโภชนาการของทุเรียน

ทุเรียน มีคุณค่าทางโภชนาการ⁽¹³⁾ ทุเรียนอุดมไปด้วยไขมัน คาร์โบไฮเดรตและโปรตีน และเป็นแหล่งของธาตุเหล็ก วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 ไนอะซิน และวิตามินซี (ตารางที่ 1) บริเวณส่วนกลางของผล ประกอบด้วยสารประเภทกัม (gums) เพคติน และเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose)⁽⁶⁾

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อทุเรียน 100 กรัม

รายการ	พันธุ์ทุเรียน	ขณะนี้	หมอนทอง
ความชื้น	กรัม	67.3	62.5
โปรตีน	กรัม	2.5	2.1
ไขมัน	กรัม	4.4	3.3
คาร์โบไฮเดรต	กรัม	22.3	29.6
เส้นใย	กรัม	2.4	1.4
ค่าพลังงานความร้อน	กิโลแคลอรี	139	156
แคลเซียม	มิลลิกรัม	8	29
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัม	35	34
เหล็ก	มิลลิกรัม	1.1	1.1
วิตามินบี 1	มิลลิกรัม	0.15	0.16
วิตามินบี 2	มิลลิกรัม	0.18	0.23
ไนอะซิน	มิลลิกรัม	3.1	2.5
วิตามินซี	มิลลิกรัม	28	35

ที่มา ตารางคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย กองโภชนาการ กรมอนามัย พ.ศ. 2535

2.3 การเก็บรักษาทุเรียน การใช้ประโยชน์และการแปรรูป

ทุเรียนทั้งผลสามารถเก็บรักษาไว้ได้ที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85-90 เนื้อทุเรียนใช้รับประทานได้หรือใช้เป็นส่วนผสมของอาหารประเภทต่างๆได้ เช่น ไอศกรีม แยม หรือนำไปเก็บถนอมโดยใช้น้ำตาล หรือการดอง ในประเทศมาเลเซีย นำเนื้อทุเรียนไปทำเป็นเครื่องดื่มโดยผสมทุเรียนกับนม⁽⁶⁾ ในอุตสาหกรรมมีการนำเนื้อทุเรียนมาแปรรูปในลักษณะต่างๆกัน เช่น เนื้อทุเรียนบด (durian paste) ทุเรียนทอดกรอบ(durian chips) และทุเรียนแช่แข็ง(frozen durian)⁽⁹⁾

2.4 การแปรรูปทุเรียน กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทุเรียนแปรรูปเป็นแผ่นกรอบ (flake) ได้ ในทำนองเดียวกันก็มีแนวโน้มแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่าง (snack) ได้ ทั้งนี้มีรายงานวิจัยการผลิต extruded potato chips โดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ ซึ่งพบว่ามีข้อดีคือความสม่ำเสมอของคุณภาพในด้านรูปร่าง ขนาด สี ลักษณะเนื้อ และกลิ่นรส การควบคุมอัตราส่วนที่เหมาะสมของอะมิโลสและอะมิโลเพคตินซึ่งเป็นองค์ประกอบของแป้ง (starch) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบที่ใกล้เคียงกันทุกครั้งที่ผลิต ปัญหาการเกิดสีน้ำตาล (browning) อันเนื่องมาจากน้ำตาลรีดิวซิ่งในมันฝรั่งจะไม่เกิดขึ้นเมื่อมีการควบคุมปริมาณน้ำตาลในส่วนประกอบวัตถุดิบ การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ทำได้โดยการเติมโปรตีน วิตามิน และเกลือแร่⁽⁷⁾

จากงานศึกษาทดลองของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (ปี 2525) พบว่า
 ทูเรียนสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ⁽¹⁰⁾ ได้มากมาย เช่น ทูเรียนผง เครื่องดื่มน้ำทูเรียนชนิดผง
 และชนิดเม็ด (granule) ทูเรียนในน้ำเชื่อม ทูเรียนบด ทูเรียนแผ่นหนา ทูเรียนแช่แข็ง ทูเรียนกวน ข้าวเกรียบ
 ทูเรียน ทองม้วนทูเรียน ทูเรียนแผ่นกรอบ ฯลฯ และในปี 2540 ได้ศึกษาทดลองนำเนื้อทูเรียนมาอบแห้งโดยใช้
 ใช้เครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง (freeze dryer) ได้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อฟู เบา กรอบ สี
 กลิ่นรสดี

2.5 การผลิตอาหารโดยใช้เครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง

เครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer) เป็นเครื่องทำอาหารที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็น
 แผ่นกรอบ เครื่องทำอาหารประเภทนี้ประกอบด้วยลูกกลิ้งทรงกระบอก จำนวน 1-2 ลูก และมีไอน้ำร้อน
 (steam) ให้ความร้อนกับผิวลูกกลิ้ง ลูกกลิ้งหมุนในแนวแกนนอน วัตถุดิบถูกป้อนในลักษณะที่เป็นของเหลว
 หรือของเหลวข้น (mash form) ซึ่งถูกบีบอัดผ่านระหว่างผิวลูกกลิ้งให้มีลักษณะแผ่กระจายเป็นแผ่นฟิล์มหนา
 บางครั้งจึงเรียกเครื่องทำอาหารประเภทนี้ว่า film-drum dryer การทำแห้งเป็นลักษณะการนำความร้อน
 วัตถุดิบที่แผ่เป็นแผ่นบนผิวลูกกลิ้งได้รับความร้อนจากผิวลูกกลิ้ง เมื่อลูกกลิ้งหมุนครบ 1 รอบ ได้ผลิตภัณฑ์
 ที่แห้งและมีเม็ดคมที่ติดอยู่ที่จุดหนึ่งของผิวลูกกลิ้งตัดแยกผลิตภัณฑ์ออกจากผิวของลูกกลิ้ง เครื่องทำแห้ง
 ประเภทนี้มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในกระบวนการทำแห้งแบบต่อเนื่องกับวัตถุดิบที่มี
 ลักษณะต่างๆกันคือ ของเหลว ของเหลวหนืด (slurries) และของที่มีลักษณะข้นหนืด (pastes) ในอุตสาหกรรม
 อาหารใช้ทำแห้งผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว เช่น นม หางนม (whey) น้ำผลไม้ นอกจากนี้ได้พัฒนานำ
 ไปใช้ผลิต potato flake, pre-cooked meat และ vegetable soup powders⁽⁸⁾

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้มีการศึกษาทดลองใช้เครื่องทำอาหารแห้ง
 แบบลูกกลิ้ง⁽¹¹⁾ ผลิตผักและผลไม้แผ่นกรอบ เช่น มะม่วง ขนุน ทูเรียน กุ้งฝอย สับปะรด แครอท ฯลฯ และ
 การผลิตธัญชาติแผ่นกรอบ ซึ่งนำไปผลิตต่อเป็นเครื่องดื่มจากธัญชาติ (เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ กอง
 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ฯ)

การผลิตอาหารประเภทผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบนี้ มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อคุณภาพของผลิต
 ภัณฑ์ เช่น อุณหภูมิของผิวลูกกลิ้ง หรืออัตราแลกเปลี่ยนความร้อนสูงซึ่งเป็นความร้อนจากไอน้ำ ช่องว่าง
 ระหว่างผิวลูกกลิ้ง 2 ลูก กรณีเป็นเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (double drum dryer) ความเร็วรอบของลูก
 กลิ้งที่หมุน และลักษณะความข้นหนืดและอุณหภูมิของวัตถุดิบที่ใช้ป้อน⁽⁸⁾

ปี ค.ศ.1957 Cording และคณะ ได้ศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับปริมาณของแข็ง (solids
 content) ของมันฝรั่งบด (potato mash) ความเร็วรอบของผิวลูกกลิ้ง ความดันไอน้ำ ความชื้นของ
 ผลิตภัณฑ์ อัตราการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ออกจากผิวของลูกกลิ้ง และความหนาแน่น (bulk density) ของ

ผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบ ที่อยู่ด้านในของลูกกลิ้ง พบว่ามันฝรั่งบดที่ใช้เป็นวัตถุดิบป้อนเข้าเครื่อง มีความชื้นร้อยละ 80 จะสามารถลดความชื้นเป็น ร้อยละ 5 ภายในระยะเวลา 20 วินาที ⁽⁷⁾

การผลิตทุเรียนผงมีแนวโน้มที่ผลิตได้ดีโดยใช้เครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง เนื่องจากมีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตกล้วยหอมผง พบว่า วิธีผลิตโดยใช้เครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้งได้ผลผลิตปริมาณสูง ซึ่งต้องใช้สภาวะที่เหมาะสมคืออุณหภูมิภายในเครื่อง 170-174 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผิวลูกกลิ้งต้องไม่สูงกว่า 94 องศาเซลเซียส ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นร้อยละ 12 และเมื่อนำไปอบต่อในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง เหลือความชื้นร้อยละ 2 การผลิตกล้วยหอมผงโดยใช้เครื่องทำอาหารแห้งแบบพ่นฝอยให้ผลไม่ดีเพราะมีการสูญเสียผลิตภัณฑ์เนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการ คือ การพ่นฝอยไม่ดีทำให้ผงติดที่ผนังเครื่อง และการปล่อยลมร้อนไม่ถูกต้อง ทำให้ผงติดท่อส่งน้ำกล้วยได้ ⁽²⁾

2.6 การผลิตอาหารโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์

การผลิตอาหารโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ เป็นกระบวนการผลิตอาหารแบบเอ็กซ์ทรูชัน (extrusion) ซึ่งหมายถึง กระบวนการที่วัตถุดิบถูกบังคับให้ไหลหรือเคลื่อนที่ไปภายใต้สภาวะหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งอย่าง ได้แก่ การผสมคลุกเคล้า ความร้อน ความดัน และแรงเฉือน อัด ผ่านรูเปิดของหน้าแปลน (die) ที่ได้ออกแบบไว้ให้เป็นรูปร่าง และ/หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่สุกพองและแห้ง ⁽⁵⁾ เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ (extruder) หมายถึง เครื่องจักรที่ทำให้วัตถุดิบเป็นรูปร่างออกมาด้วยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน ตัวเครื่องจักรประกอบด้วยสกรูที่มีเกลียวลาดเอียงหมุนอยู่ในเนื้อที่จำกัดของเปลือกทรงกระบอก (barrel) ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นรูปร่างออกมาโดยการอัดผ่านรูเปิดพิเศษ ภายใต้ปัจจัยร่วมกันคือ ความชื้น ความดัน อุณหภูมิ และแรงเฉือน ⁽¹⁴⁾

ปี พ.ศ.2473 บริษัทเจเนรัล มิลล์ ออฟ ไมเนวโพลิส (General Mills of Minneapolis) ได้ใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์สกรูเดี่ยวผลิตอาหารพร้อมรับประทานจากธัญชาติ กระบวนการผลิต คือใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์อัดแป้งเหนียวหยุ่นที่ผ่านความร้อนมาบ้างแล้วให้เป็นรูปร่างตามที่ต้องการ เมื่อผ่านการอัดเป็นรูปแล้วต้องนำไปทำให้แห้ง และทำให้เป็นแผ่น หรือทำให้สุกพอง (puffing) จึงได้ผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทานจากธัญชาติ ⁽¹⁴⁾

ปี พ.ศ. 2503 มีการพัฒนาใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ผลิตอาหารพร้อมรับประทานจากธัญชาติ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะสุกพอง รูปร่างสวยงาม และเป็นกระบวนการผลิตชนิดต่อเนื่อง ซึ่งในเวลาต่อมาได้มีการประยุกต์นำเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดที่มีเนื้อสัมผัสเป็นเส้นใย สามารถฉีกได้ คล้ายเนื้อสัตว์ (meat-like structure) ⁽¹⁴⁾

ปี พ.ศ. 2523 กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้มีการศึกษาทดลองและเผยแพร่เทคโนโลยีการผลิตอาหารว่างจากข้าวเจ้า ข้าวโพด และถั่วเหลือง ⁽¹²⁾ และในปี 2541 ได้ทำการศึกษาทดลองผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพองจากแครอทโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์มีสี กลิ่น รสดี

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินงาน

3.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ใช้ทุเรียน 2 พันธุ์ คือ หมอนทอง และ ชะนี (ภาพที่ 1 และ 2) เก็บตัวอย่างจากสวนทุเรียนจังหวัดระยอง จังหวัดจันทบุรี และตลาดมหานาค กรุงเทพมหานคร

3.2 วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 3.2.1 ตู้อบลมร้อนไฟฟ้า (cabinet dryer, CD)
- 3.2.2 เครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (double drum dryer, DD)
- 3.2.3 เครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง (freeze dryer, FD)
- 3.2.4 เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ (extruder cooker)
- 3.2.5 เครื่องบดละเอียด (ultra centrifugal mill)
- 3.2.6 เครื่องปั่นไฟฟ้า (blender)
- 3.2.7 ตะแกรงขนาด 16,18 และ 25 เมช
- 3.2.8 เครื่องชั่งไฟฟ้าชั่งได้ละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 3.2.9 เครื่องวัดสี (Macbeth-Munsell Disk Colorimeter)
- 3.2.10 เครื่องมือวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร (proximate analyser) ได้แก่ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ชุดวิเคราะห์ปริมาณไขมัน และชุดวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย

3.3 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้เป็นชั้นคุณภาพอาหาร (food grade)

- 3.3.1 สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น ร้อยละ 0.2
ชั่งโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 2 กรัม ละลายในน้ำ 1 ลิตร
- 3.3.2 สารละลายผสมของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ร้อยละ 0.2 และกรดซิตริก ร้อยละ 0.1
ชั่งโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 2 กรัม และกรดซิตริก 1 กรัม ละลายในน้ำ 1 ลิตร

3.4 ระเบียบวิธีการวิจัย

3.4.1 การศึกษาการผลิตทุเรียนผง

- 3.4.1.1 ศึกษาทดลองผลิตทุเรียนผงโดยใช้เครื่องมือ 3 ชนิด (วิธี) คือ ตู้อบลมร้อน เครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง และเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง
- 3.4.1.2 ศึกษาเปรียบเทียบทุเรียนผงที่ผลิตได้จาก 3 วิธี และคัดเลือกเพียงวิธีเดียวในการศึกษาเพื่อประยุกต์ผลิตทุเรียนผงในระดับอุตสาหกรรม

3.4.2 การศึกษาการใช้ประโยชน์จากทุเรียนผง

3.4.2.1 ศึกษาการใช้ทุเรียนผงในการแปรรูปเป็นอาหารว่างชนิดกรอบพอง

3.4.2.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพองจากทุเรียนผงโดยใช้เครื่องอิเล็กทรอนิกส์

3.4.2.2 ศึกษาพัฒนาสูตรเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อ สี กลิ่น รส เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3.4.3 รวบรวมข้อมูล วิจัยและสรุปผลการศึกษาวิจัย

3.4.4 จัดทำรายงานการวิจัย และเผยแพร่

3.5 วิธีการวิจัย

3.5.1 การศึกษาการผลิตทุเรียนผง

3.5.1.1 ศึกษาทดลองผลิตทุเรียนผง 3 วิธี

1) การผลิตทุเรียนผง โดยตู้อบลมร้อน

ทุเรียนพันธุ์หมอนทองและพันธุ์ชะนี สุกห่าม สุกพอดี และสุกมาก

เนื้อทุเรียนผ่าครึ่ง แยกเมล็ดออก แช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ร้อยละ 0.2 หรือ สารละลายผสมของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ร้อยละ 0.2 และกรดซิตริก ร้อยละ 0.1 นาน 30 นาที นำขึ้นหั่นเป็นชิ้นบางประมาณ 1 มิลลิเมตร วางเรียงบนตะแกรง และนำเข้าตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 2 ระดับ (two stage drying) ช่วงแรกที่ 55 60 หรือ 70 องศาเซลเซียส และช่วงที่สอง ลดอุณหภูมิเป็น 50 หรือ 55 องศาเซลเซียส ดังนี้

-ทุเรียนสุกห่าม ช่วงแรก 55 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง และช่วงที่สอง 50 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หรือได้ทุเรียนที่แห้ง

-ทุเรียนสุกและสุกมาก ช่วงแรก 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง และช่วงที่สอง 55 องศาเซลเซียส นาน 35 ชั่วโมง หรือได้ทุเรียนที่แห้ง

-ทุเรียนสุกห่ามและสุกพอดี ช่วงแรก 70 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง และช่วงที่สอง 50 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง หรือ 16 ชั่วโมงตามลำดับ หรือได้ทุเรียนที่แห้ง

เนื้อทุเรียนที่ผ่านการอบแห้ง นำไปบดละเอียดด้วยเครื่องบดปั่นไฟฟ้า และร่งผ่านตะแกรงขนาด 25 เมช ได้ทุเรียนผง บรรจุในถุงโพลีเอทิลีน และปิดผนึกถุงด้วยเครื่อง

2) การผลิตทุเรียนผง โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง

นำทุเรียนพันธุ์หมอนทองสุกห่ามเนื้อแข็ง และสุกพอดี แยกเมล็ดออก เติมน้ำร้อยละ 40 และ 35 ตามลำดับ บดให้ละเอียด นำเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง ที่ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาที 12 วินาที และ 1 นาที 8 วินาที ต่อ

รอบ จะได้ทุเรียนแผ่นแห้งและกรอบ บดละเอียดด้วยเครื่องบดปั่นไฟฟ้า และแรงผ่านตะแกรงขนาด 25 เมช ได้ทุเรียนผง บรรจุในถุงโพลีเอทิลีน และปิดผนึกถุงด้วยเครื่อง

3) การผลิตทุเรียนผง โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง

ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง และพันธุ์ชะนี สุกห่าม สุกพอดี และสุกมาก แช่ในสารละลายผสมของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ร้อยละ 0.2 และกรดซิตริก ร้อยละ 0.1 นาน 30 นาที นำขึ้นผึ่งบนตะแกรง หั่นเป็นชิ้นหนาประมาณ 2 เซนติเมตร วางเรียงบนตะแกรง นำเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็งจนกระทั่งแห้ง (ใช้เวลา 28-30 ชั่วโมง) บดละเอียดด้วยเครื่องบดปั่นไฟฟ้า และแรงผ่านตะแกรงขนาด 25 เมช ได้ทุเรียนผง บรรจุในถุงโพลีเอทิลีน และปิดผนึกถุงด้วยเครื่อง

3.5.1.2 เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ทุเรียนผงที่ผลิตได้จาก 3 วิธี

จากผลการศึกษาทดลองในข้อ 3.5.1.1 ดำเนินการเปรียบเทียบลักษณะของทุเรียนผงที่ผลิตได้ โดยพิจารณาลักษณะเนื้อ สี กลิ่นรส ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต ต้นทุนในการผลิต อัตราการผลิต เพื่อคัดเลือกวิธีที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการศึกษาทดลองผลิตทุเรียนผงในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป

3.5.1.3 ศึกษาทดลองผลิตทุเรียนผงในเชิงอุตสาหกรรม

จากผลการศึกษาทดลองเบื้องต้น (ข้อ 3.5.1.1) และผลการเปรียบเทียบทุเรียนผง (ข้อ 3.5.1.2) พบว่า การผลิตทุเรียนผงโดยใช้เครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้งเป็นวิธีที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม (ดูรายละเอียดในผลการศึกษาทดลองและวิจารณ์) แต่อย่างไรก็ตามการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดี จะต้องทำการศึกษาดทดลองเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลของปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะปรากฏ สีและกลิ่นรสของทุเรียนผง จึงได้วางแผนและดำเนินการศึกษาดทดลอง ดังนี้

1) **ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทุเรียนผง** ได้แก่ ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง ความดันไอน้ำ และความสุกของทุเรียน โดยใช้ทุเรียนพันธุ์หมอนทองและพันธุ์ชะนี ซึ่งเก็บตัวอย่างจากสวนทุเรียนที่จังหวัดจันทบุรีและระยอง

(1) ศึกษาผลของความดันไอน้ำและความเร็วรอบของลูกกลิ้ง

ข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการผลิตทุเรียนผงโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้งตามข้อ

3.5.1.1 ศึกษาเพิ่มเติม โดยแปรผันความดันไอน้ำ และความเร็วรอบของลูกกลิ้ง ดังนี้

-ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้งเป็น 1 นาที 50 วินาทีต่อรอบ

-ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้ง 1 นาที 30 วินาทีต่อรอบ

-ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้ง 1 นาทีต่อรอบ

-ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้ง 30 วินาทีต่อรอบ

จากผลการทดลองแปรผันปัจจัยดังกล่าว และเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ทุเรียนผงที่ได้ โดยตรวจสอบคุณภาพด้วยการวิเคราะห์สี และความชื้น พบว่า การผลิตทุเรียนผงด้วยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง ให้ผลิตภัณฑ์ทุเรียนผงที่มีคุณภาพดี ที่สองสภาวะ คือ

1. ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 รอบต่อนาที
2. ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 2 รอบต่อนาที

จึงใช้ 2 สภาวะดังกล่าวในการศึกษาเปรียบเทียบต่อไป

(2) ศึกษาผลของความสุกของทุเรียน

ก. เปรียบเทียบการใช้ทุเรียนสุกห่าม สุกพอดี และสุกมาก

ทุเรียนสุกห่าม สุกพอดี และสุกมาก แกะเมล็ดออก เติมน้ำในปริมาณร้อยละ 40 , 35 และ 30 ของน้ำหนักเนื้อทุเรียน ตามลำดับ แล้วบดให้ละเอียด นำเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง โดยใช้ความดันไอน้ำเป็น 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วของลูกกลิ้ง 1 นาที ต่อรอบ และใช้ความดันไอน้ำเป็น 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วของลูกกลิ้ง 30 วินาทีต่อรอบ ได้ทุเรียนแผ่น แห้งและกรอบ บดละเอียดด้วยเครื่องบดปั่นไฟฟ้า และแรงผ่านตะแกรงขนาด 25 เมช ได้ทุเรียนผง บรรจุในถุงโพลีเอทิลีน และปิดผนึกถุง

ข. เปรียบเทียบการใช้ทุเรียนพันธุ์ชะนีสุกห่ามผสมสุกมากในอัตราส่วนต่างๆ กัน คือ 1:1, 1:2 , และ 2:1 (โดยน้ำหนัก) และดำเนินการผลิตทุเรียนผงเช่นเดียวกับข้างต้น เปรียบเทียบทุเรียนผงที่ได้ โดยพิจารณาลักษณะ สี และกลิ่นรส และวิเคราะห์ความชื้น

3.5.1.4 ทดลองผลิตทุเรียนผงเพื่อเป็นตัวอย่างในการศึกษาอายุการเก็บ

จากการเปรียบเทียบต้นทุนและอัตราการผลิต พบว่า ต้นทุนการผลิตใกล้เคียงกัน แต่อัตราการผลิตที่สภาวะความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 2 รอบต่อนาที จะมีอัตราการผลิตที่เร็วกว่า 1 เท่า จึงเลือกสภาวะดังกล่าวสำหรับผลิตตัวอย่างทุเรียนผงที่ใช้ในการศึกษาอายุการเก็บ โดยทดลองเปรียบเทียบการใช้วัตถุดิบต่างกัน คือ หมอนทองสุกพอดี ชะนีสุกพอดี และ ชะนีสุกมากผสมหมอนทองสุกห่าม ในอัตราส่วน 1:1

- ◆ ผสมเนื้อทุเรียนในอัตราส่วนข้างต้น ตัวอย่างละ 2000 กรัม โดยบดละเอียดและเติมน้ำ ร้อยละ 35 ของน้ำหนักเนื้อทุเรียน นำเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 2 รอบต่อนาที
- ◆ บดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดปั่นไฟฟ้า แรงผ่านตะแกรงขนาด 25 เมช บรรจุในถุงโพลีเอทิลีนชนิดหนา และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต เพื่อศึกษาอายุการเก็บที่ อุณหภูมิห้องเย็น (10 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส)

- ◆ เปรียบเทียบลักษณะทุเรียนผงที่ผลิตได้ โดยการวิเคราะห์สี (วัดโดยเครื่อง Macbeth -Munsell Disk Colorimeter) และวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างในช่วงระหว่างการเก็บ ตั้งแต่ 0, 1, 2, 3, --- 12 เดือน

3.5.2 การศึกษาการผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพองจากทุเรียนผง

นำทุเรียนผงที่ผลิตได้โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง เป็นส่วนประกอบในการผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพอง โดยเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์

3.5.2.1 ศึกษาสภาวะของเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์

วัตถุดิบประกอบด้วยข้าวเจ้าบด ทุเรียนผง ร้อยละ 80 20 ตามลำดับ ปรับความชื้นประมาณ ร้อยละ 10-11.5 ผ่านเข้าเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ที่อุณหภูมิต่างกัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การผลิตอาหารว่างโดยใช้สภาวะเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ที่อุณหภูมิต่างกัน

ตัวอย่างที่	ทุเรียนผง	อุณหภูมิภายในเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ (องศาเซลเซียส)	วัตถุดิบ (กรัม)			ความชื้น ร้อยละ
			ข้าวเจ้าบด	ทุเรียนผง	น้ำหนักรวม	
1	D ₁	140 150 140	160	40	200	10.38
2	D ₁	140 150 150	160	40	200	10.22
3	D ₁	140 160 150	160	40	200	11.38
4	D ₂	140 160 150	160	40	200	11.13

หมายเหตุ D₁ หมายถึงทุเรียนผงที่ผลิตจากทุเรียนพันธุ์หมอนทองห้าม

D₂ หมายถึงทุเรียนผงที่ผลิตจากทุเรียนพันธุ์หมอนทองสุก

3.5.2.2 ศึกษาเปรียบเทียบการเติมทุเรียนผงในปริมาณต่างๆกัน

1) การเติมทุเรียนผงในปริมาณ ร้อยละ 10 12.5 และ 15

(1) ใช้ทุเรียนผง ร้อยละ 10 และ 12.5

เติมถั่วเหลืองบดที่ระดับ ร้อยละ 5 7.5 และ 10 ผสมข้าวโพดบด ร้อยละ 10

และข้าวเจ้าบด ปรับความชื้นเป็น ร้อยละ 12-12.5 ผ่านเข้าเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์

โดยใช้สภาวะการผลิตต่างกัน 2 สภาวะ คือ

1. ที่ อุณหภูมิ 140 150 160 องศาเซลเซียส

2. ที่ อุณหภูมิ 150 165 165 องศาเซลเซียส

(2) ใช้ทุเรียนผง ร้อยละ 12.5 และ 15

เติมถั่วเหลืองบดที่ระดับ ร้อยละ 7.5 และ 10 ผสมข้าวโพดบด ร้อยละ 10 และ

ข้าวเจ้าบด ปรับความชื้นเป็น ร้อยละ 13±0.2 ผ่านเข้าเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์

โดยใช้สภาวะการผลิตต่างกัน 2 สภาวะ คือ

1. ที่ อุณหภูมิ 140 150 160 องศาเซลเซียส

2. ที่ อุณหภูมิ 145 160 160 องศาเซลเซียส

(3) ใช้ทุเรียนผง ร้อยละ 15

เติมถั่วเหลืองบด ร้อยละ 3 และ 5 ผสมข้าวโพดบด ร้อยละ 3 และ 5 และข้าวเจ้าบด ร้อยละ 75-79 ปรับความชื้นของวัตถุดิบเป็น ร้อยละ 13.5 ± 0.2 นำเข้าเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ ที่สภาวะการผลิต คือ อุณหภูมิ 145 160 และ 160 องศาเซลเซียส

ตรวจคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่ได้ โดยวิเคราะห์ความหนาแน่นและการพองตัว

2) ศึกษาการเติมแป้งดัดแปร (modified starch) ร้อยละ 1 และ 2

โดยใช้ทุเรียนผงในส่วนประกอบ ร้อยละ 10 และ 11 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารว่างเติมและไม่เติมแป้งดัดแปร

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ทุเรียนผง	11	11	10
ข้าวเจ้าบด	77	75	77
ข้าวโพดบด	7	7	7
ถั่วเหลืองบด	5	5	5
แป้งดัดแปร (Modified starch)	-	2	1

ตรวจคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่ได้ โดยวิเคราะห์ความหนาแน่นและการพองตัว

3.5.2.3 ประยุกต์รสผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดกรอบพอง

เปรียบเทียบการเติมทุเรียนผง ร้อยละ 5 และ 10 ของน้ำหนักรวมผลิตภัณฑ์อาหารว่างๆ

การปรุงแต่งรส นำผลิตภัณฑ์อาหารว่างๆ ที่ได้จากการทดลอง ไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จึงคลุกผสมเนย และผสมทุเรียนผง น้ำตาลทราย กลูโคสซีรัป และน้ำสะอาด(ส่วนประกอบตามตารางที่ 4) ให้ความร้อนเคี่ยวให้ข้นเหนียว แล้วนำอาหารว่างลงคลุกผสม

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบในการปรุงแต่งรสผลิตภัณฑ์อาหารว่าง

ส่วนประกอบ		สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
ผลิตภัณฑ์อาหารว่าง	กรัม	50	50
ทุเรียนผง	กรัม	2.5	5
น้ำตาลทรายขาว	กรัม	15	20
กลูโคสซีรัป	ช้อนโต๊ะ	1/2	1
น้ำสะอาด	ช้อนโต๊ะ	1	1 1/2
เนยสด	ช้อนชา	1	1

3.5.2.4 การปรับปรุงวิธีการเคลือบปรุงแต่งรสอาหารว่างจากทุเรียน

นำผลิตภัณฑ์อาหารว่าง จากทุเรียน (สูตรที่มีการเติมทุเรียนผง ร้อยละ 11 และ 11.5) มาเคลือบปรุงแต่งรส โดยแบ่งทุเรียนผงที่ใช้เติมในส่วนประกอบที่ใช้ปรุงแต่งรส เป็น 2 ส่วน เพื่อเคลือบ 2 ครั้ง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯ อบที่ 80 องศาเซลเซียส 15 นาที คลุกผสมกับเนยที่ละลายไว้ แล้วผสมกับทุเรียนผงส่วนหนึ่ง
2. น้ำสะอาด น้ำตาลทรายและกลูโคสซีรัป เคี่ยวด้วยไฟอ่อนสักครู่ เมื่อได้น้ำเชื่อมที่ข้นพอเหมาะ นำผลิตภัณฑ์อาหารว่างในข้อ 1 คลุกผสม
3. เติมทุเรียนผงที่เหลือ ผสมให้กระจายตัวสม่ำเสมอ

ตารางที่ 5 สูตรที่ใช้เคลือบปรุงรส สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารว่าง 100 กรัม

ส่วนประกอบ		สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ทุเรียนผง	กรัม	5	10	10
น้ำตาลทรายขาว	กรัม	30	30	35
กลูโคสซีรัป	กรัม	20	20	15
น้ำสะอาด	ซีออนโต๊ะ	2	2	2
เนยสด	กรัม	15	15	15
ผลิตภัณฑ์อาหารว่าง	กรัม	100	100	100

บทที่ 4 ผลการศึกษาทดลอง

4.1. การศึกษาพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตทุเรียนผง

4.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิต- เปรียบเทียบการผลิตทุเรียนผง 3 วิธี

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในการผลิตทุเรียนผง โดยศึกษาสภาวะการผลิตและตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เช่น ระดับความสูง ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble solids) โดยใช้เครื่องมือ 3 ชนิด คือ ตู้อบลมร้อน เครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง และเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง

4.1.1.1 ทุเรียนผงโดยใช้ตู้อบลมร้อน

ทุเรียนสุกห่าม (เนื้อแข็ง) พันธุ์หมอนทองจากตลาดในกรุงเทพมหานคร เมื่ออบแห้งและบดจะได้ทุเรียนผงที่มีลักษณะแห้ง มีสีกลิ่นรสปกติ ส่วนทุเรียนสุก และสุกอมทำแห้งได้ยาก โดยใช้เวลาค่อนข้างนานในการอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะแห้งไม่สม่ำเสมอ บางส่วนขึ้นเหนียวและสีเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

ทุเรียนพันธุ์หมอนทองและพันธุ์ชะนี จากสวนทุเรียนที่จังหวัดจันทบุรี และระยอง เมื่อผ่านการอบแห้ง(ภาพที่ 3 และ 4) ได้ทุเรียนผงมีสีเหลืองครีม และสีเหลือง มีกลิ่นรสทุเรียน ทุเรียนผงที่ผลิตจากทุเรียนสุกห่ามมีความชื้น ร้อยละ 6.3-6.8 แต่ทุเรียนผงที่ผลิตจากทุเรียนสุกพอดีมีความชื้นร้อยละ 7.8 และเมื่อเพิ่มปริมาณการผลิต ทำให้การอบแห้งในระดับที่ 2 มีระยะเวลาเพิ่มขึ้น

4.1.1.2 ทุเรียนผงโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

ทดลองเปรียบเทียบการใช้วัตถุดิบทุเรียนพันธุ์หมอนทองซื้อจากตลาดขายส่ง มหานคร กรุงเทพมหานครที่ระดับความสูงต่างกัน นำมาผสมกันทุเรียนสุกห่าม ให้ทุเรียนผงมีสีเหลือง มีกลิ่นทุเรียน และดีป็นเป็นผงได้ดี ไม่ขึ้น ทุเรียนสุกให้ผลิตภัณฑ์ทุเรียนผงมีสีเข้มกว่าเล็กน้อย มีกลิ่นทุเรียนดีกว่า และมีลักษณะดีป็นเป็นผงได้ดี ไม่ขึ้น

ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง และพันธุ์ชะนี ตัวอย่างจากสวนทุเรียนที่จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดระยอง ใช้ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วของลูกกลิ้ง 1 นาที 12 วินาที และ 1 นาที 8 วินาที ต่อหนึ่งรอบ ได้ทุเรียนผง มีความชื้น ร้อยละ 2.3-3.6 และมีสีแตกต่างกันขึ้นกับพันธุ์ของทุเรียน และระดับความสูง ทุเรียนผงผลิตจากพันธุ์หมอนทองสุกห่ามหรือสุกพอดี มีสีเหลืองครีมหรือเหลืองอ่อน และเหลือง ส่วนทุเรียนผงผลิตจากพันธุ์ชะนีสุกพอดี และสุกมาก มีสีเหลืองเข้มเล็กน้อย และสีออกน้ำตาลเข้ม(ตารางที่ 6 และ 7)

ส่วนทุเรียนพันธุ์ชะนีที่สุกมาก(สุกงอม) ผลิตรากทุเรียนผงที่ได้มีสีคล้ำ คือ เหลืองเข้มหรือน้ำตาลเข้ม แต่มีกลิ่นทุเรียนมากขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ผลิตจาก ทุเรียนสุกพอดี ที่เป็นเช่นนี้เพราะที่ระดับความสุกมากขึ้นปริมาณน้ำตาลสูงขึ้นซึ่ง เมื่อได้รับความร้อนจะมีผลต่อสีของผลิตราก (ตารางที่ 6-8)

4.1.1.3 ทุเรียนผงโดยใช้เครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง

ทดลองผลิตรากทุเรียนผงโดยใช้ทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ระดับความสุกต่าง กัน ทุเรียนสุกห่าม ให้ผลิตรากที่มีสีเหลือง (ภาพที่ 5) มีกลิ่นทุเรียน และมีลักษณะที่ ปนเป็นผงได้ดี ไม่ขึ้น ทุเรียนสุกพอดี ให้ผลิตรากที่สีเหลือง มีกลิ่นทุเรียน ตีปนเป็น ผงได้ดี ทุเรียนพันธุ์ชะนี สุกห่าม ตัวอย่างจากจันทบุรี ได้ทุเรียนผงสีเหลืองอ่อน (ภาพที่ 6) มีกลิ่นรสทุเรียน ความชื้น ร้อยละ 5.4 แต่การทำแห้งโดยวิธีนี้ใช้เวลานาน 28-30 ชั่วโมง ไม่สามารถใช้กับทุเรียนสุกมาก (สุกงอม) และมีต้นทุนการผลิตสูง จึง ไม่เหมาะสำหรับการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม (ตารางที่ 26)

จากการเปรียบเทียบการผลิตทุเรียนผง 3 วิธีดังกล่าว โดยพิจารณาคุณภาพ ทุเรียนผง ข้อจำกัดในการใช้วัตถุดิบเนื้อทุเรียน(ระดับความสุก) อัตราการผลิต และ ค่าใช้จ่ายในการผลิต (ตารางที่ 24-27) พบว่า การผลิตทุเรียนผงโดยเครื่องทำ อาหารแห้งแบบลูกกลิ้งมีข้อดีคือ

- 1) ใช้ได้กับทุเรียนทุกระดับความสุก
- 2) มีอัตราการผลิตสูงสุด กล่าวคือ ใช้เวลาในการผลิตสั้นเพียง 30 วินาที ถึง 1 นาที

4.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทุเรียนผง โดยวิธีที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม

จากผลการทดลองในเบื้องต้น (ข้อ 4.1.1) วิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง(ภาพที่ 7) เป็น วิธีที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม จึงได้ดำเนินการทดลองเกี่ยวกับตัวแปรหรือปัจจัยที่มี ผลต่อการผลิตทุเรียนผง หรือคุณภาพของทุเรียนผง

4.1.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทุเรียนผง- พันธุ์ ระดับความสุกและสภาวะในการผลิต ผลการศึกษาทดลอง พบว่า พันธุ์ ระดับความสุก และสภาวะการผลิต ได้แก่ อุณหภูมิของ ผิวลูกกลิ้งซึ่งสัมพันธ์กับความดันไอน้ำที่ผ่านเข้าไปในเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งและความเร็ว รอบของลูกกลิ้งที่หมุน ตัวแปรหรือปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มีผลต่อคุณภาพของทุเรียนผงที่ผลิตได้

- ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในการผลิต

ทุเรียนพันธุ์หมอนทองและพันธุ์ชะนี เมื่อใช้ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาที 12 วินาที และ 1 นาที 8 วินาทีต่อหนึ่งรอบ พบว่า หมอนทองสุกห่าม สุกพอดี และชะนีสุกพอดี ให้ผลิตรากทุเรียนผง มีสีเหลืองครีมหรือ

เหลืองอ่อน และเหลือง(ภาพที่ 8) แต่ทุเรียนชนิดนี้สุกมากให้ทุเรียนฝงมีสีเหลืองเข้ม หรือน้ำตาลเข้ม (ตารางที่ 6 และ 7) แสดงว่า พันธุ์และระดับความสุกมีผลต่อสีของทุเรียนฝง

- เปรียบเทียบการผลิตทุเรียนฝงโดยใช้สภาวะการผลิตที่ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แต่ใช้ความเร็วของลูกกลิ้งต่างกัน

ผลการศึกษาทดลอง พบว่า การใช้สภาวะความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้งแตกต่างกัน พบว่า ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาทีต่อรอบ ให้ผลดีที่สุด ทุเรียนฝงมีสีดีกว่าตัวอย่างที่ใช้ความเร็วรอบ 1 นาที 50 วินาที และ 1 นาที 30 วินาที (ตารางที่ 8-9 และ 12-13) ได้ทุเรียนฝงมีสีเหลืองอ่อน กลิ่นรสปกติ แต่ตัวอย่างทุเรียนพันธุ์ชนิดนี้ที่สุกมาก (สุกงอม) ทุเรียนฝงที่ผลิตได้มีสีเหลืองเข้ม หรือน้ำตาลเข้ม และมีกลิ่นผิดปกติ

ในการทดลองใช้ทุเรียนพันธุ์ชนิดนี้สุกห้ามผสมทุเรียนสุกมากในอัตราส่วน 1:1, 1:2 และ 2:1 (โดยน้ำหนัก) เมื่อผลิตที่สภาวะความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และความเร็วรอบลูกกลิ้ง 1 นาที 30 วินาที พบว่าผลผลิตพันธุ์ทุเรียนฝงที่ได้จากทุเรียนสุกห้ามผสมทุเรียนสุกมากในอัตราส่วน 1:1 และ 2 : 1 มีสีดีกว่า 1:2 และดีกว่าตัวอย่างควบคุมคือทุเรียนสุกมาก (ตารางที่ 9) และเมื่อทดลองใช้ทุเรียนหมอนทองสุกห้ามผสมทุเรียนชนิดนี้สุกมากในอัตราส่วน 1:1 และ 2:1 พบว่า ผลผลิตพันธุ์ที่ได้มีสีดีกว่าตัวอย่างควบคุมคือทุเรียนชนิดนี้สุกมาก และมีกลิ่นรสดีขึ้น (ตารางที่ 10 และภาพที่ 9)

- เปรียบเทียบการใช้ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 30 วินาทีต่อรอบ กับการใช้ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบ 1 นาทีต่อรอบ

พบว่า ที่ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเมื่อเพิ่มความเร็วรอบของลูกกลิ้ง เป็น 30 วินาทีต่อรอบ (หรือ 2 รอบต่อนาที) เมื่อใช้ทุเรียนหมอนทองสุกห้ามผสมสุกมากในอัตราส่วน 1:1 และ 2: 1 ทุกตัวอย่างให้ทุเรียนฝงที่มีสีเหลือง การเกิดสีน้ำตาลลดลง (ตารางที่ 6-7) ทุเรียนฝงมีสีดี เช่นเดียวกับตัวอย่างที่ใช้ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และความเร็วรอบลูกกลิ้ง 1 รอบต่อนาที(ภาพที่ 11)

การผลิตโดยใช้สภาวะที่ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 128-130 องศาเซลเซียส) อัตราความเร็วรอบลูกกลิ้ง 2 รอบต่อนาที ได้ทุเรียนฝงมีความชื้นร้อยละ 3.2-3.6 และมีสีอ่อนกว่าตัวอย่างที่ใช้ความดันไอน้ำที่ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 124-125 องศาเซลเซียส) มีความชื้นร้อยละ 3.4-3.5 (ตารางที่ 12) นั่นคือแม้อุณหภูมิผิวลูกกลิ้งลดลงเล็กน้อยแต่เมื่อเวลานานขึ้นทำให้น้ำตาลในองค์ประกอบของเนื้อทุเรียนเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนสี (browning reaction) อันเนื่องจากความร้อน แต่ในการทดลองนี้ให้ผลดีกว่าการทดลองที่ผ่านมาเพราะการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเกิดขึ้นน้อยมาก เพราะได้ปรับความเร็วรอบของลูกกลิ้งให้เร็วขึ้น(ภาพที่ 12)

และทั้งสองสภาวะของการผลิตให้ผลทำนองเดียวกัน คือตัวอย่างเนื้อทุเรียนสุกห่ามผสมทุเรียนสุกมากในอัตราส่วน 2:1 ให้ทุเรียนฝงมีสีอ่อนกว่าเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างเนื้อทุเรียนสุกห่ามผสมทุเรียนสุกมากในอัตราส่วน 1:1 แต่กลิ่นรสใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 13)

- เปรียบเทียบผลการใช้สภาวะการผลิต (ความดันไอน้ำ/อุณหภูมิที่ผิวลูกกลิ้ง) และวัตถุดิบต่างกัน

จากผลการทดลองเบื้องต้นทำให้ได้ข้อสรุปว่าการผลิตทุเรียนฝงโดยผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง(ภาพที่ 16) ให้ผลิตภัณฑ์ทุเรียนฝงที่มีคุณภาพดี ที่สองสภาวะ คือ

(1) ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 รอบต่อนาที

(2) ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 2 รอบต่อนาที

ผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ผลิตที่สภาวะดังกล่าว (ตารางที่ 13) ได้ผลผลิตทุเรียนฝง ร้อยละ 32.8- 33.3 มีสีเหลือง การผลิตที่สภาวะความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 128-130 องศาเซลเซียส) ได้ทุเรียนฝงมีความชื้นร้อยละ 3.1-3.6 มีสีอ่อนกว่าตัวอย่างที่ใช้ความดันไอน้ำที่ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 124-125 องศาเซลเซียส) ได้ทุเรียนฝงมีความชื้น ร้อยละ 3.2-3.5 การทดลองนี้ให้ผลดี การเปลี่ยนเป็นสื่อน้ำตาลเกิดขึ้นน้อยลง และทั้งสองสภาวะของการผลิตให้ผลทำนองเดียวกัน คือ ตัวอย่างเนื้อทุเรียนสุกห่ามผสมทุเรียนสุกมากในอัตราส่วน 2:1 ให้ทุเรียนฝงมีสีเหลืองอ่อนกว่าเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างเนื้อทุเรียนสุกห่ามผสมทุเรียนสุกมากในอัตราส่วน 1:1 แต่กลิ่นรสใกล้เคียงกัน(ภาพที่ 13)

เมื่อใช้ทุเรียนพันธุ์หมอนทองและพันธุ์ชะนี เปรียบเทียบระหว่าง ทุเรียนหมอนทองสุกพอดี และทุเรียนหมอนทองสุกห่ามผสมชะนีสุกมาก ในอัตราส่วน 1:1 และ 2:1 (ตารางที่ 14) ได้ผลผลิตทุเรียนฝง ร้อยละ 32- 36 มีสีเหลือง การผลิตที่สภาวะความดันไอน้ำ 50ปอนด์ต่อตารางนิ้ว(อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 128-130 องศาเซลเซียส) ได้ทุเรียนฝงมีความชื้น ร้อยละ 3.3-3.5 มีสีอ่อนกว่าตัวอย่างที่ใช้ความดันไอน้ำที่ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 124-125 องศาเซลเซียส) ได้ทุเรียนฝงมีความชื้น ร้อยละ 2.6-2.9 การทดลองนี้ให้ผลดี การเปลี่ยนเป็นสื่อน้ำตาลเกิดขึ้นน้อยมาก และทั้งสองสภาวะของการผลิตให้ผลทำนองเดียวกัน คือ ตัวอย่างเนื้อทุเรียนสุกห่ามผสมทุเรียนสุกมากในอัตราส่วน 2:1 ให้ทุเรียนฝงมีสีเหลืองอ่อนกว่าเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างเนื้อทุเรียนสุกห่ามผสมทุเรียนสุกมากในอัตราส่วน 1:1 แต่กลิ่นรสใกล้เคียงกัน

4.1.3 การศึกษาอายุการเก็บของทุเรียนฝง

ทุเรียนฝงที่ผลิตจากหมอนทองสุกพอดี ชะนีสุกพอดี และ ชะนีสุกมากผสมหมอนทองสุกห่ามในอัตราส่วน 1:1 เมื่อศึกษาอายุการเก็บ โดยแบ่งบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนชนิดหนา และ

อะลูมิเนียมฟอสฟอไรต์ พบว่าเมื่อเก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอสฟอไรต์ที่อุณหภูมิห้องเย็น (10 องศาเซลเซียส) มีอายุได้นาน 1 ปี กรณีเก็บนานกว่านี้จะมีการเปลี่ยนแปลงกลิ่นเล็กน้อย และกลิ่นจะเปลี่ยนมากจนไม่ยอมรับที่ประมาณ 15 เดือน การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสของทุเรียนพบว่าที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) กลิ่นรสจะเปลี่ยนเมื่อเก็บไว้นาน 3-5 เดือน เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงขึ้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่เร่งปฏิกิริยาการเกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านสีของทุเรียนผงในระหว่างการเก็บรักษา โดยการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดสี พบว่า การเก็บที่อุณหภูมิห้องทำให้สีของทุเรียนผงเปลี่ยนได้เร็ว เมื่อพิจารณาจากค่าสี (Munsell value) ที่เปลี่ยนไปจากข้อมูลที่แสดงในรูปของเส้นกราฟ ค่าสีมีค่าต่ำลง แปรผันตามระยะเวลาที่เก็บซึ่งมีความสัมพันธ์กับสีของทุเรียนผง คือ สีเหลืองเปลี่ยนเป็นเหลืองเข้ม หรือเป็นสีเหลืองออกน้ำตาล และการเก็บที่อุณหภูมิห้องเย็นมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (ตารางผนวกที่ ก.1 และภาพผนวกที่ ข.1-6)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและระยะเวลาการเก็บทุเรียนผงที่ 2 อุณหภูมิ คือ อุณหภูมิห้องเย็น (10 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิห้อง โดยบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนชนิดหนา และอะลูมิเนียมฟอสฟอไรต์ พบว่า ตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นมากกว่าตัวอย่างเก็บที่อุณหภูมิห้องเย็น (ตารางผนวกที่ ก.2 และภาพผนวกที่ ข.7-12) และตัวอย่างที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอสฟอไรต์ (ที่อุณหภูมิห้อง) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นน้อยกว่าตัวอย่างที่เก็บในถุงโพลีเอทิลีน แสดงว่า การบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอสฟอไรต์ช่วยป้องกันความชื้นและการเปลี่ยนแปลงสีของตัวอย่างทุเรียนผงได้ดีกว่า

จากข้อมูลผลการทดลองเกี่ยวกับปัจจัย หรือตัวแปร ข้างต้น ทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นแนวทางการผลิตทุเรียนผงในเชิงอุตสาหกรรม ดังนี้

- 1) สภาวะการผลิต และวัตถุดิบ มีผลต่อคุณภาพของทุเรียนผง ตัวแปรเหล่านี้ ได้แก่ อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง (ความดันไอน้ำที่ผ่านเข้าไปในลูกกลิ้งที่ใช้ในการทำแห้งผลิตภัณฑ์) ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง พันธุ์ และระดับความสุกของทุเรียน ต่างมีผลต่อคุณภาพ ในด้านสี และกลิ่นรสของทุเรียนผง
- 2) สภาวะการผลิตที่ความดันไอน้ำที่ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 2 รอบต่อนาที ให้ผลดีที่สุด ทุเรียนผงมีกลิ่นรสปกติ สีเหลือง(การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเกิดขึ้นน้อยมาก/หรือไม่เกิด) และมีสีเหลืองอ่อนกว่าเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตที่ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 รอบต่อนาที
- 3) ความดันไอน้ำ และความเร็วของลูกกลิ้ง ต้องปรับให้มีความสัมพันธ์ที่เหมาะสมกันจึงจะได้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ดี ในการทดลองข้างต้นชี้ให้เห็นว่า ที่ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 128-130 องศาเซลเซียส) และปรับให้ความเร็วรอบของลูกกลิ้งเร็วขึ้น เป็น

30 วินาทีต่อรอบ ให้ผลดีกว่าที่ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 124-125 องศาเซลเซียส) และความเร็วของลูกกลิ้ง 1 นาทีต่อรอบ

4) การผลิตทุเรียนผง ควรใช้ทุเรียนหมอนทอง หรือชะนี ที่ระดับความสุกพอดี หรือใช้ทุเรียนสุกห้ามผสมทุเรียนสุกมาก ในอัตราส่วน 1:1 จึงจะได้ทุเรียนผงที่มีคุณภาพดี มีสีเหลืองและมีกลิ่นรสของทุเรียน

4.2. การศึกษาการใช้ประโยชน์จากทุเรียนผง-ทดลองผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพอง

4.2.1 การผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพองโดยเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์

การใช้สภาวะการผลิตที่ต่างกัน (ตารางที่ 16)

- ◆ อุณหภูมิเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ที่ 140 150 140 และ 140 150 150 องศาเซลเซียส (ตัวอย่างที่ 1 และ 2) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการพองตัวน้อยและมีลักษณะเนื้อสุกบางส่วน (partial gelatinized)
- ◆ อุณหภูมิ 140 160 150 องศาเซลเซียส (ตัวอย่างที่ 3 และที่ 4) ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีการพองตัวดี และสุกสม่ำเสมอดี (complete gelatinized)

เมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่เติมทุเรียนผงที่ระดับ ร้อยละ 20 เท่ากัน (ตัวอย่างที่ 3 และที่ 4) การเติมทุเรียนผงที่ทำจากทุเรียนสุกได้กลิ่นรสทุเรียนดีกว่าทุเรียนผงที่ทำจากทุเรียนห้าม

4.2.2 การเปรียบเทียบการเติมทุเรียนผงในปริมาณ ร้อยละ 10 12.5 และ 15

4.2.2.1 ใช้ทุเรียนผง ร้อยละ 10 และ 12.5

พบว่า สภาวะการผลิตที่ 140 150 และ 160 องศาเซลเซียสให้ผลิตภัณฑ์กรอบแน่นแต่บางส่วนไม่สุก ตัวอย่างที่มีปริมาณถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นทำให้การพองตัวลดลงลักษณะเนื้อแน่น ตัวอย่างที่เติมถั่วเหลืองที่ร้อยละ 5 และ 7 ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีการพองตัวดี และที่สภาวะการผลิตที่ อุณหภูมิ 150 165 และ 165 องศาเซลเซียส ให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะกรอบนุ่ม แต่มีโพรงอากาศมาก (ตารางที่ 17)

4.2.2.2 ใช้ทุเรียนผง ร้อยละ 12.5 และ 15

เปรียบเทียบการเติมถั่วเหลืองบดที่ระดับ ร้อยละ 7.5 และ 10 โดยมีข้าวโพดบด ร้อยละ 10 และผสมข้าวเจ้าบด พบว่า การเพิ่มปริมาณทุเรียนเป็น ร้อยละ 15 และใช้สภาวะอุณหภูมิที่ต่ำลงคือ 140 150 และ 160 องศาเซลเซียส ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีการพองตัวที่ดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบการทดลองที่สภาวะ 150 165 และ 165 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 18)

4.2.2.3 เปรียบเทียบการผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพองจากทุเรียนผงโดยใช้วัตถุดิบต่างกัน

พบว่าการใช้ทุเรียนผง (ที่ผลิตจากหมอนทองสุกพอดี หรือหมอนทองห้าม ผสมชะนีสุกมาก 1:1) ที่ระดับ ร้อยละ 12.5 ผลิตภัณฑ์มีลักษณะพอง และกรอบ ให้ผลดีกว่าที่ระดับ ร้อยละ 10 และ 15 การใช้ทุเรียนผงที่ระดับ ร้อยละ 10 มีการพองตัวดีมาก และที่ระดับ ร้อยละ 15 พองตัวน้อยลักษณะเนื้อแน่น

4.2.2.4 เปรียบเทียบการผลิตโดยใช้วัตถุดิบต่างกัน

การใช้ทุเรียนผงที่ระดับ ร้อยละ 12.5 ทุกตัวอย่างให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะดี พองและกรอบ แต่ตัวอย่างที่ผลิตจากหมอนทองสุกพอดี มีการพองตัวน้อยกว่าเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับที่ผลิตจากหมอนทองห้ามผสมชะนีสุกมาก 1:1 หรือหมอนทองห้ามผสมชะนีสุกมาก 2:1

การใช้ทุเรียนผงที่ระดับ ร้อยละ 11 และ 12 โดยผสมข้าวเจ้าอบ ถั่วเหลืองบด และข้าวโพดบด ร้อยละ 76-77 5 และ 8 ตามลำดับ ให้ผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่มีลักษณะพองตัวดี และกรอบนุ่ม แต่การผลิตโดยใช้ทุเรียนผงที่ผลิตจากหมอนทองสุกพอดี ผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง ออกน้ำตาลอ่อน ซึ่งดีกว่าตัวอย่างที่ใช้ทุเรียนผงที่ผลิตจากทุเรียนหมอนทองห้ามผสมชะนีสุกมาก 1:1 (ตารางที่ 19) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำตาลที่สูงกว่า เมื่อได้รับความร้อนในระหว่างที่ผ่านเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์มีผลต่อสีผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯ

สูตรที่ให้ผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯ ที่มีลักษณะเนื้อกรอบนุ่มและการพองตัวดี มีสีเหลืองอ่อน หรือน้ำตาลอ่อนประกอบด้วย ทุเรียนผง (หมอนทองสุกพอดี) ร้อยละ 11.5 และมีข้าวเจ้าอบ ถั่วเหลืองบด และข้าวโพด ร้อยละ 77 5 และ 6.5 ตามลำดับ (ตารางที่ 20)

4.2.3 การทดลองเติมแป้งดัดแปรในสูตรส่วนผสมอาหารว่างฯ

การเติมแป้งดัดแปรในสูตรผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯ ที่ระดับร้อยละ 1-2 (ตารางที่ 20) พบว่า ผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯ มีลักษณะเนื้อ และการพองตัวไม่แตกต่างกับตัวอย่างควบคุม (ไม่เติมแป้งดัดแปร) แสดงว่าไม่มีความจำเป็นต้องเติมแป้งดัดแปรในสูตรผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯ

4.2.4 การปรุงแต่งรสผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดกรอบพอง

ผลการเติมทุเรียนผงร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์อาหารว่าง พบว่าสูตรที่ 1 มีรสชาติดี มีลักษณะกรอบ มีกลิ่นทุเรียนเล็กน้อย เมื่อเก็บได้ 6 สัปดาห์คงมีกลิ่นรส และลักษณะเนื้อปกติ แต่สูตรที่ 2 รสหวานมาก ลักษณะเหนียว (sticky) เล็กน้อย มีกลิ่นทุเรียนมากขึ้น (ตารางที่ 21)

4.2.5 การปรับปรุงวิธีการเคลือบปรุงแต่งรสอาหารว่างฯ

ผลการทดลองพบว่า การเติมทุเรียนผงที่ระดับร้อยละ 10 ของน้ำหนักอาหารว่าง (ตารางที่ 22) โดยการแบ่งเคลือบ 2 ครั้ง ให้กลิ่นรสทุเรียนดีกว่าการเคลือบโดยวิธีที่เติมทุเรียนผงทั้งหมดลงในส่วนประกอบครั้งเดียว และผลการเคลือบปรุงรสโดยการแบ่งเคลือบ 2 ครั้งนี้ พบว่า การเติมทุเรียนผงที่ระดับ ร้อยละ 10 ให้ผลดีกว่าที่ระดับ ร้อยละ 5 โดยผู้ชิมให้คะแนนในด้านกลิ่นรสและยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯมากกว่า

4.2.6 การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากทุเรียนผง ที่ผลิตตามขั้นตอนในภาพที่ 17 และเติมทุเรียนผง (สุกห้าม ผสมสุกมาก อัตราส่วน 1:1) ที่ระดับ ร้อยละ 11 พบว่า ผู้ชิมให้คะแนนในด้านลักษณะเนื้อมากกว่า ตัวอย่างที่มีการเติมทุเรียนผง (สุกพอดี) ร้อยละ 11.5 (ตาราง

ที่ 22 และตารางผนวก ที่ ก. 3-8) โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และในด้านสีของผลิตภัณฑ์ คะแนนของผู้ชิมไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง แต่มีความแตกต่างระหว่างผู้ชิม

การเติมทุเรียนผงร้อยละ 5 และ 10 ในส่วนประกอบที่ใช้เคลือบปรุงรส พบว่าผู้ชิมให้คะแนนที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่ตัวอย่างเติมทุเรียนผงที่ระดับร้อยละ 10 ผู้ชิมให้คะแนนเฉลี่ยในด้านกลิ่นมีค่าสูงกว่า การเติมที่ระดับร้อยละ 5

ในด้านรสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่มีการเคลือบปรุงรส 3 สูตร (ตารางที่ 22) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันระหว่างตัวอย่าง โดยภาพรวมผู้ชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับค่อนข้างชอบ (ระดับ ≥ 6.5) รวม 2 สูตร(ตารางผนวกที่ ก.3)

4.2.7 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

จากการตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของทุเรียนผงและอาหารว่างๆ ที่ผลิตได้ พบว่าทุเรียนผงมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 4.7-10 5.7-8.9 66.6-80.8 ตามลำดับ และค่าพลังงานความร้อน 386.2-392.3 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ส่วนอาหารว่างชนิดกรอบพอง มีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 5.5 6.2 79.1 ตามลำดับ และค่าพลังงานความร้อน 394.4 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม (ตารางที่ 23)

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษาทดลอง

1. การผลิตทุเรียนโดยวิธีตู้อบลมร้อน มีข้อจำกัดที่เหมาะสมกับวัตถุดิบทุเรียนที่เป็นทุเรียนห่ามที่มีปริมาณแป้งสูงเท่านั้น ถ้าเป็นทุเรียนสุกหรือสุกงอมซึ่งมีปริมาณน้ำตาลสูง จะมีปัญหาแห้งได้ยาก ใช้เวลาในการทำแห้งนาน ผลิตรสชาติแห้งไม่สม่ำเสมอ และการสัมผัสความร้อนนานๆ มีผลให้เกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลด้วย
2. การผลิตทุเรียนผงโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง มีต้นทุนการผลิตที่สูง และใช้เวลาในการทำแห้งนาน 28-30 ชั่วโมง จึงไม่เหมาะกับการผลิตทุเรียนผงเพื่ออุตสาหกรรม และเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็งนี้ปัจจุบันยังเป็นเทคโนโลยีที่นำเข้าจากต่างประเทศ จึงสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง
3. การผลิตทุเรียนผงโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง ให้ทุเรียนผงที่มีคุณภาพดี แต่ต้องควบคุมปัจจัยหรือตัวแปรที่สำคัญซึ่งมีผลต่อคุณภาพของทุเรียนผงทั้งในด้านสี และกลิ่นรส ได้แก่ พันธุ์ของทุเรียน ระดับความแก่อ่อน ระดับความสุก และสภาวะในการผลิต (ความชื้นของวัตถุดิบ ความดันไอน้ำ หรืออุณหภูมิที่ผิวลูกกลิ้ง และความเร็วรอบของลูกกลิ้ง)
4. สีของทุเรียนผงที่ผลิตได้มีความแตกต่างกันแปรผันตามพันธุ์และระดับความสุกของทุเรียน เช่น ทุเรียนผงผลิตจากพันธุ์ชะนี จะมีสีเข้มกว่าที่ผลิตจากพันธุ์หมอนทอง โดยขึ้นกับองค์ประกอบของสารที่ให้สีในทุเรียนสด ทุเรียนผงผลิตจากพันธุ์หมอนทองสุกห่ามหรือสุกพอดี มีสีเหลืองครีมหรือเหลืองอ่อน และเหลือง ส่วนทุเรียนผงผลิตจากพันธุ์ชะนีสุกพอดี มีสีเหลือง หรือเหลืองเข้มเล็กน้อย ส่วนทุเรียนพันธุ์ชะนีที่สุกมาก(สุกงอม) ผลิตรสชาติทุเรียนผงที่ได้มีสีคล้ำ คือ เหลืองเข้มหรือน้ำตาลเข้ม แต่มีกลิ่นทุเรียนมากขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ผลิตจากทุเรียนสุกพอดี ที่เป็นเช่นนั้นเพราะที่ระดับความสุกมากขึ้นปริมาณน้ำตาลสูงขึ้นซึ่งเมื่อได้รับความร้อนจะมีผลต่อสีของผลิตรสชาติ (ตารางที่ 1-3)
ทุเรียนที่นำมาแปรรูปเป็นทุเรียนผง ควรเป็นทุเรียนที่แก่จัดเพื่อให้ได้กลิ่นรสที่ดี โดยใช้ทุเรียนสุกพอดี หรือใช้ทุเรียนสุกมากผสมกับทุเรียนสุกห่ามในอัตราส่วน 1:1 ทำให้มีปริมาณน้ำตาลลดลง เพื่อแก้ปัญหาการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อได้รับความร้อนจากผิวของลูกกลิ้ง
5. สีและกลิ่นรสของทุเรียนผงมีความสัมพันธ์กับสภาวะในการผลิต คือ ความดันไอน้ำ และความเร็วรอบของลูกกลิ้งที่หมุน ที่ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 124-125 องศาเซลเซียส) เมื่อใช้ความเร็วรอบ 1 นาที ให้ทุเรียนผงมีสีและกลิ่นรสดีกว่า ตัวอย่างที่ใช้ความเร็วรอบ 1 นาที 50 วินาที และ 1 นาที 30 วินาที ทั้งนี้เนื่องจากระยะเวลาการหมุนของลูกกลิ้งนานทำให้ได้รับความร้อนนาน มีผลให้น้ำตาลในองค์ประกอบของเนื้อทุเรียนเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนสี ซึ่งเห็นได้ชัดเจนในตัวอย่างทุเรียนพันธุ์ชะนีสุกมาก(สุกงอม) ทุเรียนผงที่ผลิตได้มีสีออกคล้ำ คือ เหลืองเข้มหรือน้ำตาลเข้ม และมีกลิ่นผิดปกติ(ตารางที่ 8-9 และ 12-13)

6. การผลิตที่ความดันไอน้ำที่ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 128-130 องศาเซลเซียส) ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 30 วินาทีต่อรอบ ให้ผลิตภัณฑ์ทุเรียนผงมีสีเหลือง สีส่อนกว่าทุเรียนผงที่ผลิตในสภาวะความดันไอน้ำที่ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 124-125 องศาเซลเซียส) ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 1 นาทีต่อรอบ ที่เป็นเช่นนี้ คือ ที่ความดันไอน้ำที่ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิผิวลูกกลิ้งสูงขึ้นเล็กน้อย แต่ปรับความเร็วรอบให้ลูกกลิ้งหมุนเร็วขึ้น 2 เท่า ทำให้ระยะเวลาสั้นในการสัมผัสความร้อน การเกิดเป็นสีน้ำตาลจึงเกิดขึ้นน้อยมาก

สภาวะการผลิตที่ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และความเร็วรอบลูกกลิ้ง 2 รอบต่อนาที นอกจากให้ทุเรียนผงที่มีคุณภาพดี เมื่อพิจารณาในด้านอัตราการผลิตต่อหนึ่งหน่วยเวลา เมื่อใช้ความเร็วลูกกลิ้งที่หมุน 30 วินาทีต่อรอบ (หรือ 2 รอบต่อนาที) จะมีข้อดี คือ มีอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ดังนั้นในระยะเวลาที่เท่ากันเมื่อเลือกใช้ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และความเร็วรอบลูกกลิ้ง 2 รอบต่อนาที ปริมาณการผลิตย่อมสูงเป็นสองเท่า (เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะที่ความดัน 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ ความเร็วลูกกลิ้ง 1 นาทีต่อรอบ) ทำให้ต้นทุนในการผลิตด้านค่าพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้ลดลง ซึ่งจะเกิดผลดีในเชิงพาณิชย์

7. การผลิตทุเรียนผงโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง เป็นวิธีที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม เพราะให้ทุเรียนผงมีคุณภาพดี มีสีกลิ่นรสปกติ ใช้ได้ผลดีกับทุเรียนที่ทุกระดับความสุก มีอัตราการผลิตสูงสุด ใช้เวลาสั้นเพียง 30 วินาที ถึง 1 นาทีในการทำแห้ง ซึ่งแตกต่างจากการผลิตโดยใช้ตู้อบลมร้อน และเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง ซึ่งใช้เวลานาน 7-36 ชั่วโมง และ 28-30 ชั่วโมง ตามลำดับ

8. ทุเรียนผงที่ผลิตโดยใช้เครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง เนื่องจากในกระบวนการผลิตเนื้อทุเรียนสัมผัสความร้อนในขั้นตอนที่ป้อนเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง ด้วยเวลาที่สั้นมากคือเพียง 30 วินาที (กรณีใช้ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ผลิตภัณฑ์นอกจากมีสี และกลิ่นรสดี การสัมผัสความร้อนที่ระยะเวลาสั้นจึงช่วยให้รักษาคุณค่าทางโภชนาการของทุเรียนผงไว้ด้วย

9. การศึกษาคุณภาพของทุเรียนผงในด้านสี และความชื้น ในระหว่างการเก็บโดยเปรียบเทียบระหว่างที่อุณหภูมิห้องเย็น (10 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิห้อง (30-37 องศาเซลเซียส) ทุเรียนผงมีอายุการเก็บได้นาน 1 ปี ที่อุณหภูมิห้องเย็น 10 องศาเซลเซียส โดยมีการเปลี่ยนแปลงสี และกลิ่นรสน้อยกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง และการเก็บที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสีอย่างเห็นชัดเจน โดยมีค่าสีต่ำลง นั่นคือเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นซึ่งแปรผันตามระยะเวลาที่เก็บ ที่เป็นเช่นนี้ เพราะที่อุณหภูมิสูงเป็นปัจจัยหนึ่งที่เร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส และการเก็บที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นมากกว่าตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิห้องเย็น โดยตัวอย่างที่บรรจุในถุงโพลีเอทิลีน (PE) มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นมากกว่า แสดงให้เห็นว่าการบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต (AL) ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของทุเรียนผงได้ดีกว่า

10. การใช้ประโยชน์จากทุเรียนผงโดยนำมาแปรรูปเป็นอาหารว่างชนิดกรอบพองจากทุเรียน ต้องเลือกใช้สภาวะในการผลิตให้เหมาะสม คือ อุณหภูมิของสกรูของเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ที่ 150 165 และ 165 องศาเซลเซียส โดยวัตถุดิบก่อนป้อนเข้าเครื่อง ปรับความชื้นเท่ากับ ร้อยละ 13±0.2 การใช้อุณหภูมิที่สูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารว่าง มีสี และกลิ่นรสไม่ดี หรือถ้าใช้อุณหภูมิต่ำก็อาจมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารว่างสุกเพียงบางส่วน หรือมีการสุกที่ไม่สม่ำเสมอ หรือมีการพองตัวไม่ดี ลักษณะเนื้อและการพองตัวของผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯ แปรผันตามปัจจัยอื่นๆด้วย ได้แก่ ชนิดของวัตถุดิบ สูตรหรือส่วนผสม และความชื้นของวัตถุดิบก่อนป้อนเข้าเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ นอกจากนี้ทุเรียนผงสามารถนำไปเป็นส่วนประกอบเพื่อให้เกิดกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น คุกกี้ และเค้ก (ภาพที่ 15)

11. ในการผลิตอาหารว่างฯ ถ้าใช้ทุเรียนผงในปริมาณที่สูง จะทำให้การพองตัวไม่ดี โดยมีลักษณะเนื้อค่อนข้างแน่น และมีสีน้ำตาลเข้ม อันเป็นผลมาจากปริมาณน้ำตาลที่มีสูงในทุเรียนผง การใช้ข้าวเจ้าบดเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ในผลิตภัณฑ์อาหารว่าง เนื่องจากข้าวเจ้าช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีการพองตัวดี การเติมข้าวโพดบดช่วยให้มีลักษณะเนื้อที่กรอบนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง และการเติมถั่วเหลืองบด ช่วยเพิ่มปริมาณไขมัน ทำให้ลดปัญหาการไหม้ติดสกรูในขณะป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์

12. ผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯที่มีทุเรียนผงเป็นองค์ประกอบ ร้อยละ 11-11.5 เมื่อนำมาเคลือบปรุงแต่งรสโดยเติมทุเรียนผง ร้อยละ 5-10 การใช้เทคนิคการเคลือบด้วยทุเรียนผง 2 ครั้ง คือ นำผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯที่เคลือบเนยที่ละลายแล้ว มาคลุกผสมทุเรียนผงส่วนหนึ่ง จากนั้นเคลือบด้วยน้ำตาลคาราเมลและเคลือบทับด้วยทุเรียนผงส่วนที่เหลือ วิธีนี้ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯ มีกลิ่นรสของทุเรียนมากขึ้น ที่เป็นเช่นนี้ เพราะ มีการสูญเสียกลิ่นรสของทุเรียนผงเมื่อได้รับความร้อนในขณะเคลือบด้วยคาราเมล

13. การผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ อาจมีข้อจำกัดเนื่องจากไม่มีอุปกรณ์พิเศษเฉพาะที่ใช้ในการเคลือบปรุงรส เช่น ถังผสม (rotating mixing tank) จึงทำให้การเคลือบปรุงรสผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯเป็นไปในลักษณะที่ไม่สม่ำเสมอ เป็นผลให้คะแนนเฉลี่ยในด้านกลิ่นรส และการยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากทุเรียนอยู่ในเกณฑ์เพียงค่อนข้างชอบ โดยยังไม่ถึงระดับชอบมาก

14. ความผันแปรของผู้ชิมเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ ผู้ชิมบางท่านไม่ค่อยยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีการเติมกลิ่นรสทุเรียน (หรือทุเรียนผง) ทั้งนี้เพราะยังคุ้นเคยและชอบกลิ่นรสของอาหารขบเคี้ยวที่มีการจำหน่ายทั่วไป เช่น รสพริก (paprika) รสบาบิคว เป็นต้น แต่ผู้ชิมที่ยอมรับกลิ่นรสทุเรียนได้ก็จะให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่สูงกว่า และชอบผลิตภัณฑ์อาหารว่างเพราะมีกลิ่นรสที่หอมของทุเรียนในลักษณะที่มีกลิ่นรสไม่รุนแรงซึ่งต่างจากเนื้อทุเรียนสุก ลักษณะนี้ทำให้ผู้บริโภคบางท่านที่ไม่ชอบกลิ่นรสรุนแรงของทุเรียนแต่กลับให้การยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่ผลิตจากทุเรียนผง นั่นคือถ้ามีการผลิตในเชิงการค้าก็มีแนวโน้มเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาทดลอง

การผลิตทุเรียนผงโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง ได้ทุเรียนผงมีคุณภาพดีและเป็นวิธีที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม เนื่องจากมีอัตราการผลิตสูง ใช้ระยะเวลาในการทำแห้งสั้น คือเพียง 30 วินาที การผลิตทุเรียนผงโดยตู้อบลมร้อน ได้ผลดีเฉพาะทุเรียนสุกห่าม ใช้ระยะเวลาทำแห้ง 7 ชั่วโมง เนื้อทุเรียนสุกพอดีและสุกมาก มีปัญหาทำแห้งได้ยากใช้ระยะเวลาทำแห้งนาน 18-36 ชั่วโมง ผลผลิตกัณฑ์แห้งไม่สม่ำเสมอ และมีสีเปลี่ยน การผลิตทุเรียนผงโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแซ่เยือกแข็ง ให้ผลดีกับทุเรียนสุกห่ามและสุกพอดี แต่ใช้ระยะเวลานาน 28-30 ชั่วโมงและมีต้นทุนการผลิตสูง

การผลิตทุเรียนผง โดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพทุเรียนผง ได้แก่ พันธุ์ ระดับความสุก และสภาวะการผลิต คือ ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง และความดันไอน้ำที่ผ่านเข้าไปในลูกกลิ้งซึ่งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ผิวลูกกลิ้ง เนื้อทุเรียนสุกพอดีทำแห้งเป็นผงได้ดี แต่ทุเรียนสุกมากจำเป็นต้องใช้เนื้อทุเรียนห่ามผสมในอัตราส่วน 1:1 ซึ่งให้ทุเรียนผงมีสี และกลิ่นรสดี การผลิตในเชิงอุตสาหกรรม สภาวะที่ดีในการผลิตคือ ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุณหภูมิที่ผิวลูกกลิ้ง 128-130 องศาเซลเซียส) และความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 30 วินาทีต่อรอบ ซึ่งทำให้มีอัตราการผลิตสูงเป็นสองเท่าเมื่อเทียบกับการผลิตโดยใช้ ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุณหภูมิที่ผิวลูกกลิ้ง 124-125 องศาเซลเซียส) และความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาทีต่อรอบ

ทุเรียนผงที่ผลิตได้มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 3.2-3.6 ได้ผลผลิตทุเรียนผง คิดเป็นร้อยละ 30-35 มีต้นทุนการผลิตประมาณกิโลกรัมละ 145-230 บาท (แปรผันตามพันธุ์และราคาของทุเรียนผลสด) ทุเรียนผงบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต หรือโพลีเอทิลีนชนิดหนา เก็บที่อุณหภูมิห้องเย็น ได้นาน 1 ปี และที่อุณหภูมิห้องเก็บได้นาน 3-5 เดือน เมื่อเก็บนานกว่านี้มีการเปลี่ยนแปลงสี และกลิ่น โดยที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่า

การผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพองจากทุเรียนโดยเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ สูตรที่ให้ผลดีประกอบด้วย ทุเรียนผง ถั่วเหลืองบด ข้าวโพดบด และข้าวเจ้าบด ร้อยละ 10-11.5 5 6.5-7 และ 76-77 ตามลำดับ โดยมีความชื้นของวัตถุดิบ ร้อยละ 13 ± 0.2 และนำเข้าเครื่องที่ภาวะอุณหภูมิ 150 165 และ 165 องศาเซลเซียส ผลผลิตกัณฑ์อาหารว่างที่ได้นำไปเคลือบปรุงรสโดยเติมทุเรียนผง ร้อยละ 5-10 ได้ผลผลิตกัณฑ์มีลักษณะเนื้อ สี และกลิ่นรสดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ พบว่าทุเรียนผงมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 4.7-10 5.7-8.9 66.6-80.8 ตามลำดับ และค่าพลังงานความร้อน 386.2-392.3 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ส่วนอาหารว่างชนิดกรอบพอง มีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 5.5 6.2 79.1 ตามลำดับ และค่าพลังงานความร้อน 394.4 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การศึกษาผลผลิตทุเรียนผงเพื่ออุตสาหกรรมนี้ ได้ดำเนินสำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย ดังนี้ คือ คุณสมบูรณ์ แจ่มวาที นายกสมาคมชาวสวนทุเรียนจังหวัดจันทบุรี ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่างทุเรียน คุณเกษศิริพันธ์ พิรินทร์ประเสริฐ นักวิชาการเกษตร สำนักงานเกษตร จ.ระยอง ได้ให้ความอนุเคราะห์ติดต่อกับเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนในจังหวัดระยองเพื่อการเก็บตัวอย่างทุเรียน คุณจรรยา วัฒนทวิกุล ได้ให้คำปรึกษาทางวิชาการ และข้อเสนอแนะแนวทางการดำเนินการวิจัย และตรวจแก้ไขรายงานวิจัย คุณชศักดิ์ วงษ์สง่า ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ควบคุมสภาวะของเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้งที่ใช้ในการผลิตทุเรียนผง คุณอรอนงค์ หุ่นฉายศรี และคุณมณูญ ศรีนันทนุทร ที่ได้ช่วยในการเตรียมวัตถุดิบเนื้อทุเรียน คุณสุจินต์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ที่กรุณาให้การสนับสนุนการวิจัย และคุณอารี ชูวิสิฐกุล หัวหน้ากลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 1 ที่ได้กรุณาตรวจแก้ไขรายงานจนกระทั่งรายงานชิ้นนี้สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น คณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Baldry ,J., J. Dougan and C.E. Howard. 1972. Volatile flavouring components of Durian. Phytochemistry 11: 2081.
2. Cowther,P.C. 1979. The Processing of Banana Products of Food Use. Report G. 122 Tropical Products Institute. London. February, 1979. 12 p.
3. Helrich, Kenneth, ed. Official method of analysis of AOAC International. 15th ed. Verginia : AOAC., 1995.
4. Martin,P.W. 1980. Durian and mangosteen, p 407 In S. Nagy and P.E. Shaw (eds.) Tropical and Sub-tropical Fruits. AVI, Westport, Connecticut.
5. Rossen, J.L. and Miller,R.C. 1973. Food extrusion. Food Technol. . 27(8) :46
6. Roy ,S.K. and Joshi ,1995. Minor Fruits-Tropical PP.583-584 in D.K. Salunkhe and S.S. Kadam (eds.) Handbook of Fruits Science and Technology : Production , Composition, Storage and Processing. Marcel Dekker,INC.
7. Salunkhe,D.K. 1974.Stroage,Processing and Nutritional Quality of Fruits and Vegetables. CRC Press,Inc. 166 p.
8. Slade, F. H. 1967. Food Processing Plant. Vol. 1 Leonard Hill Books. London. 381 p.
9. Utilization of Durian. 2001. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : <http://www.dit.go.th/agriculture/durian/utilize.htm>.
10. กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ผลิตภัณฑ์ทุเรียน เอกสารเผยแพร่ ต.ค. 2526
11. กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ผลิตภัณฑ์แคโรท เอกสารเผยแพร่ ส.ค. 2542
12. กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ อาหารว่างเสริมโปรตีนจากถั่วเหลือง เอกสารเผยแพร่ มิ.ย. 2528
13. กองโภชนาการ กรมอนามัย คุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย 2535.
14. ประชา บุญญศิริกุล. เทคโนโลยีการอัดพองในกระบวนการผลิตอาหาร อาหาร ปีที่ 26 ฉบับที่ 4 ต.ค.- ธ.ค. 2539 หน้า 235-248.
15. ทุเรียน.2001. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : <http://www.doa.go.th/plant/du-n/durian.htm>.
16. ทุเรียน.2001. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : <http://www.oae.go.th/projects/durian/map-durian/Durian/product.html>.

ตารางที่ 6 ทุเรียนผงผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer)

สภาวะการผลิต :- ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาที 12 วินาทีต่อรอบ

ตัวอย่าง ที่	วัตถุดิบ					ผลิตภัณฑ์				
	พันธุ์	ระดับ	ค่าสี*	°Bx	น้ำหนัก (กรัม)	ผลผลิต		ความชื้น ร้อยละ	สี	ค่าสี
						(กรัม)	ร้อยละ			
1	ชะนี-จ	สุกพอดี	8.50	18.3	3240	723.3	22.32	3.52	เหลือง	8.49
2	ชะนี-จ	สุกมาก	7.76	21.4	2000	541.2	27.06	2.79	เหลืองเข้ม	7.69
3	ชะนี-ร	สุกมาก	8.10	31.8	2000	730.6	36.53	2.73	เหลืองเข้ม	7.71
4	หมอนทอง-ร	สุกห่าม	8.99	9.3	1350	336.4	25.78	3.59	เหลืองครีม	8.83
5	หมอนทอง- จ	สุกพอดี	8.78	20.0	2000	747.7	37.39	2.32	เหลือง	8.19

หมายเหตุ *Munsell value

จ = ทุเรียนจากจังหวัดจันทบุรี

ร = ทุเรียนจากจังหวัดระยอง

ตารางที่ 7 ทุเรียนผงผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer)

สภาวะการผลิต :- ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาที 8 วินาทีต่อรอบ

ตัวอย่าง ที่	วัตถุดิบ					ผลิตภัณฑ์				
	พันธุ์	ระดับ	ค่าสี*	°Bx	น้ำหนัก (กรัม)	ผลผลิต		ความชื้น ร้อยละ	สี	ค่าสี
						(กรัม)	ร้อยละ			
1	หมอนทอง-จ	สุกห่าม	-	-	1500	546.3	36.42	2.71	เหลืองอ่อน	-
2	หมอนทอง-จ	สุกห่าม	8.38	-	900	553.9	61.54	2.52	เหลืองอ่อน	-
3	หมอนทอง-จ	สุกพอดี	8.57	-	1000	348.0	34.80	2.42	เหลือง	-
4	หมอนทอง-จ	สุกพอดี	-	-	1500	393.6	26.24	2.32	เหลืองครีม	-
5	ชะนี-ร	สุกมาก	8.10	31.8	2000	721.5	36.08	2.39	เหลืองเข้ม	-

หมายเหตุ *Munsell value

จ = ทุเรียนจากจังหวัดจันทบุรี

ร = ทุเรียนจากจังหวัดระยอง

ตารางที่ 8 ทูเรียนผงผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer)

สภาวะการผลิต :- ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาที 50 วินาทีต่อรอบ

ตัวอย่าง ที่	วัตถุดิบ					ผลิตภัณฑ์				
	พันธุ์	ระดับ	ค่าสี*	°Bx	น้ำหนัก (กรัม)	ผลผลิต		ความชื้น ร้อยละ	สี	ค่าสี
						(กรัม)	ร้อยละ			
1	หมอนทอง-ร	สุกห่าม	8.38	15.3	894	170.6	19.02	3.45	เหลืองอ่อน	0.8
2	หมอนทอง-ร	สุกพอดี	8.84	19.1	1617	540.9	33.45	3.48	เหลือง	7.97
3	หมอนทอง-ร	สุกมาก	8.98	24.3	1726	470.0	27.23	3.48	เหลืองเข้ม	7.69
4	ชะนี-ร	สุกมาก	7.63	26.8	1500	416.0	27.73	2.05	น้ำตาลเข้ม	6.50
5	ชะนี-ร	สุกมาก	7.66	27.4	1500	381.4	25.43	2.52	น้ำตาลเข้ม	6.38

หมายเหตุ

*Munsell value

จ = ทูเรียนจากจังหวัดจันทบุรี

ร = ทูเรียนจากจังหวัดระยอง

ตารางที่ 9 ทูเรียนผงผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer)

สภาวะการผลิต :- ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาที 30 วินาทีต่อรอบ

ตัวอย่าง ที่	วัตถุดิบ					ผลิตภัณฑ์				
	พันธุ์	ระดับ	ค่าสี*	°Bx	น้ำหนัก (กรัม)	ผลผลิต		ความชื้น ร้อยละ	สี	ค่าสี
						(กรัม)	ร้อยละ			
1	ชะนี-จ	สุกพอดี	8.01	27.7	1326	410.3	30.94	3.30	เหลือง	8.01
2	ชะนี-จ	สุกมาก	8.18	22.7	1500	348.7	23.25	2.49	เหลืองเข้ม	7.67
3	ชะนี-ร+ชะนี-จ 1:1	ห่าม+ สุกมาก	-	19.4	1500	437.3	29.15	2.75	เหลืองเข้ม อ่อนลง	7.45
4	ชะนี-ร+ชะนี-จ 2:1	ห่าม+ สุกมาก	-	18.3	1500	430.4	28.69	2.86	เหลืองเข้ม อ่อนลงกว่า	7.52
5	ชะนี-ร+ชะนี-ร 1:2	ห่าม+ สุกมาก	-	21.7	1365	488.0	35.75	2.66	เหลืองเข้ม อ่อนลงเล็กน้อย	7.56

หมายเหตุ

*Munsell value

จ = ทูเรียนจากจังหวัดจันทบุรี

ร = ทูเรียนจากจังหวัดระยอง

ตารางที่ 10 ทูเรียนผงผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer)

สภาวะการผลิต :- ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 1 นาที 12 วินาทีต่อรอบ

ตัวอย่างที่	วัตถุดิบ					ผลิตภัณฑ์				
	พันธุ์	ระดับ	ค่าสี*	°Bx	น้ำหนัก (กรัม)	ผลผลิต		ความชื้น ร้อยละ	สี	ค่าสี
						(กรัม)	ร้อยละ			
1	ชนะ-จ	สูงมาก	8.6	11.3	2000	592.3	30.94	2.42	เหลือง	8.49
2	หมอนทอง-ร+ ชนะ-จ 1:1	ห้าม+ สูงมาก	8.8	9.65	2000	541.7	23.25	2.75	เหลืองเข้ม	7.71
3	หมอนทอง-ร +ชนะ-จ 2:1	ห้าม+ สูงมาก	8.7	10.05	2000	28.4	29.15	2.83	เหลืองครีม	8.83

หมายเหตุ *Munsell value

จ = ทูเรียนจากจังหวัดจันทบุรี

ร = ทูเรียนจากจังหวัดระยอง

ตารางที่ 11 ทูเรียนผงผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer)

สภาวะการผลิต : ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ความเร็วลูกกลิ้ง 30 วินาทีต่อรอบ

ตัวอย่างที่	วัตถุดิบพันธุ์เรียน-ระดับความสุก	สีของผลิตภัณฑ์
1	ชนะห้าม	เหลืองอ่อน
2	ชนะสุกพอดี	เหลือง
3	หมอนทองสุกพอดี	เหลือง สีอ่อนกว่า (2)
4	หมอนทองห้ามผสมชนะสูงมาก (1:1)	เหลือง
5	หมอนทองสุกพอดี	เหลืองอ่อน
6	หมอนทองห้ามผสมชนะสูงมาก (1:1)	เหลือง
7	หมอนทองห้ามผสมชนะสูงมาก (2:1)	เหลืองใกล้เคียง (6)

ตารางที่ 12 ทูเรียนผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะการผลิตต่างกัน

สภาวะ A:- ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้ง 1 นาที ต่อรอบ

สภาวะ B:- ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้ง 30 วินาทีต่อรอบ

สภาวะ การ ผลิต	วัตถุดิบ					ผลิตภัณฑ์				
	พันธุ์	ระดับ	°Bx	ค่าสี*	น้ำหนัก (กรัม)	ผลผลิต		ความชื้น	สี	ค่าสี
						(กรัม)	ร้อยละ	ร้อยละ		
A	หมอนทอง-ร	ห้าม:สูงมาก 1:1	25	8.79	1500	432.7	28.85	3.95	เหลือง	8.46
		ห้าม:สูงมาก 2:1	23	8.76	1500	444.7	29.65	3.6	เหลืองอ่อน	8.58
B	หมอนทอง-ร	ห้าม:สูงมาก 1:1	24.8	8.82	1500	447.7	29.85	3.53	เหลือง	8.67
		ห้าม:สูงมาก 2:1	24.1	8.74	1500	433.9	28.93	3.39	เหลืองอ่อน	8.68

ตารางที่ 13 ทูเรียนผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะการผลิตต่างกัน

สภาวะ A:- ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้ง 1 นาที ต่อรอบ

สภาวะ B:- ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้ง 30 วินาทีต่อรอบ

สภาวะ การ ผลิต	วัตถุดิบ					ผลิตภัณฑ์				
	พันธุ์	ระดับ	°Bx	ค่าสี*	น้ำหนัก (กรัม)	ผลผลิต		ความชื้น	สี	ค่าสี
						(กรัม)	ร้อยละ	ร้อยละ		
A	หมอนทอง-จ	สูงพอดี	21.7	8.64	1500	479.2	31.94	3.57	เหลือง	8.64
		ห้าม:สูงมาก 1:1	24	8.51	1500	499.4	33.29	3.36	เหลือง	8.57
		ห้าม:สูงมาก 2:1	19.1	8.67	1500	473.6	31.57	3.20	เหลืองอ่อน	8.64
B	หมอนทอง-จ	สูงพอดี	21.7	8.64	1500	492.9	32.86	3.42	เหลือง	8.83
		ห้าม:สูงมาก 1:1	24	8.51	1500	492.7	32.84	3.63	เหลือง	8.75
		ห้าม:สูงมาก 2:1	19.1	8.67	1500	498.9	33.24	3.13	เหลืองอ่อน	8.75

ตารางที่ 14 ทูเรียนผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะการผลิตต่างกัน

สภาวะ A:- ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้ง 1 นาทีต่อรอบ

สภาวะ B:- ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้ง 30 วินาทีต่อรอบ

สภาวะ การ ผลิต	วัตถุดิบ					ผลิตภัณฑ์				
	พันธุ์	ระดับ	°Bx	ค่าสี*	น้ำหนัก (กรัม)	ผลผลิต		ความชื้น ร้อยละ	สี	ค่าสี
						(กรัม)	ร้อยละ			
A	หมอนทอง-๑	สุกพอดี	17.2	8.61	1500	517.8	34.52	2.93	เหลือง	8.63
		ห่าม:สุกมาก 1:1	24	8.76	1500	542.7	36.18	2.62	เหลือง	8.74
		ห่าม:สุกมาก 2:1	15.9	8.88	1500	481.4	32.09	2.66	เหลืองอ่อน	8.71
B	หมอนทอง-๑	สุกพอดี	17.2	8.61	1500	535.9	35.72	3.32	เหลือง	8.82
		ห่าม:สุกมาก 1:1	24	8.76	1500	551.1	36.74	3.36	เหลือง	8.83
		ห่าม:สุกมาก 2:1	15.9	8.88	1500	510.2	34.01	3.46	เหลืองอ่อน	8.88

ตารางที่ 15 ทูเรียนผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะการผลิตเดียวกัน

สภาวะ :- ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้ง 30 วินาที ต่อรอบ

สภาวะ การ ผลิต	วัตถุดิบ					ผลิตภัณฑ์				
	พันธุ์	ระดับ	°Bx	ค่าสี*	น้ำหนัก (กรัม)	ผลผลิต		ความชื้น ร้อยละ	สี	ค่าสี
						(กรัม)	ร้อยละ			
A	ระนี	สุกพอดี	20	8.0	2000	683.2	34.16	3.17	เหลือง	8.08
	หมอนทอง	สุกพอดี	17.8	8.65	2000	686.8	34.34	3.58	เหลือง	8.67
	ระนี+ หมอนทอง	ห่าม:สุกมาก 1:1	22.4	8.24	2000	698.4	34.92	4.66	เหลืองอ่อน	8.16

ตารางที่ 16 ผลผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดกรอบพองเต็มทุเรียนผง ร้อยละ 20 ที่สภาวะการผลิตต่างกัน

อุณหภูมิของ เอ็กซ์ทูเดอร์	วัตถุดิบที่ป้อน (ร้อยละ)					ผลิตภัณฑ์			
	ทุเรียน ผง	ข้าวบด	ถั่วเหลือง	ข้าวโพด	ความชื้น ร้อยละ	น้ำหนัก (กรัม)	ความชื้น ร้อยละ	การพอง ตัว(เท่า)	ความหนาแน่น (กรัม/ ลบ.ซม.)
aa	12.5	70	7.5	10	13.2	190	5.4	2.30	0.41
aa	12.5	67.5	10	10	13.3	193	5.5	2.25	0.36
aa	15	67.5	7.5	10	13.1	198	5.9	2.17	0.31
aa	15	67.5	10	10	13.2	191	5.7	2.08	0.27
cc	15	67.5	7.5	10	13.2	194	5.7	2.08	0.28
cc	15	65	10	10	13.1	192	5.3	2.03	0.26

อุณหภูมิของเอ็กซ์ทูเดอร์ a : 140 150 140 องศาเซลเซียส

b : 140 150 150 องศาเซลเซียส

c : 140 160 150 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 17 ผลผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดกรอบพองเต็มทุเรียนผง ร้อยละ 10 และ 12.5 ที่สภาวะการผลิตต่างกัน

อุณหภูมิของ เอ็กซ์ทูเดอร์	วัตถุดิบที่ป้อน (ร้อยละ)					ผลิตภัณฑ์	
	ทุเรียน ผง**	ข้าวบด	ถั่วเหลือง	ข้าวโพด	ความชื้น ร้อยละ	น้ำหนัก (กรัม)	ลักษณะเนื้อ และการพองตัว
aa	10	75	5	10	12.7	186	กรอบแน่น ไม่ค่อยสุก
bb	10	75	5	10	12.6	202	กรอบ มีโพรงอากาศมาก
aa	12.5	72.5	5	10	12.2	196	กรอบแน่น ไม่ค่อยสุก
bb	12.5	72.5	5	10	11.9	212	กรอบนุ่ม มีโพรงอากาศมาก
bb	12.5	70	7.5	10	12.5	191	กรอบนุ่ม มีโพรงอากาศมาก
bb	12.5	67.5	10	10	12.1	149	กรอบนุ่ม มีโพรงอากาศมาก

อุณหภูมิของเอ็กซ์ทูเดอร์ aa : 140 150 160 องศาเซลเซียส , bb: 150 165 165 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 18 ผลผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดกรอบพองเต็มทุเรียนผง ร้อยละ 12.5 และ 15

อุณหภูมิของ เอ็กซ์ทูเดอร์	วัตถุดิบที่ป้อน (ร้อยละ)					ผลิตภัณฑ์			
	ทุเรียน ผง	ข้าวบด	ถั่วเหลือง	ข้าวโพด	ความชื้น ร้อยละ	น้ำหนัก (กรัม)	ความชื้น ร้อยละ	การพอง ตัว(เท่า)	ความหนาแน่น (กรัม/ ลบ.ซม.)
aa	12.5	70	7.5	10	13.2	190	5.4	2.30	0.41
aa	12.5	67.5	10	10	13.3	193	5.5	2.25	0.36
aa	15	67.5	7.5	10	13.1	198	5.9	2.17	0.31
aa	15	67.5	10	10	13.2	191	5.7	2.08	0.27
cc	15	67.5	7.5	10	13.2	194	5.7	2.08	0.28
cc	15	65	10	10	13.1	192	5.3	2.03	0.26

อุณหภูมิของเอ็กซ์ทูเดอร์ aa : 140 150 160 องศาเซลเซียส , cc: 145 160 160 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 19 ผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดกรอบพองเติมทุเรียนผง ร้อยละ 11 และ 12
(ถั่วเหลืองบด ร้อยละ 5 ข้าวโพด 7 และข้าวบด 76-77)

อุณหภูมิของ เอ็กซ์ทราคเตอร์	วัตถุดิบที่ป้อน (ร้อยละ)					ผลิตภัณฑ์			
	ทุเรียน ผง	ข้าวบด	ถั่วเหลือง	ข้าวโพด	ความชื้น (ร้อยละ)	น้ำหนัก (กรัม)	ความชื้น (ร้อยละ)	การพอง ตัว(เท่า)	ความหนาแน่น (กรัม/ซม.)
bb	11*	77	5	7	13.2	195	6.7	1.88	0.19
bb	12*	76	5	7	12.8	176	6.3	1.71	0.23
bb	11**	77	5	7	12.9	185	6.2	2.0	0.17
bb	12**	76	5	8	13.4	174	6.5	2.0	0.17

อุณหภูมิของเอ็กซ์ทราคเตอร์ bb : 150 165 165 องศาเซลเซียส

*ทุเรียนผง(หมอนทองสุกพอดี) ** ทุเรียนผง(หมอนทองห้ามผสมชะนีสุกมาก 1:1)

ตารางที่ 20 ผลิตภัณฑ์อาหารว่างเติมทุเรียนผง ร้อยละ 10 11 และ 11.5

เติม Modified starch ร้อยละ 1-2 เปรียบเทียบกับไม่เติม

อุณหภูมิของ เอ็กซ์ทราคเตอร์	วัตถุดิบที่ป้อน (ร้อยละ)						ผลิตภัณฑ์			
	ทุเรียน ผง	ข้าว บด	ถั่ว เหลือง	ข้าว โพด	Modified starch	ความชื้น (ร้อยละ)	น้ำหนัก (กรัม)	ความชื้น (ร้อยละ)	การ พองตัว	ความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.)
bb	10*	77	5	7	1	12.7	188	6.6	2.0	0.15
bb	11*	77	5	7	0	13.0	183	5.2	2.25	0.47
bb	11*	75	5	7	2	13.2	182	5.6	2.03	0.43
bb	11.5*	77	5	6.5	0	13.2	178	5.8	2.35	0.18

*ทุเรียนผง(หมอนทองสุกพอดี)

อุณหภูมิของเอ็กซ์ทราคเตอร์ bb : 150 165 165 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 21 ส่วนประกอบที่ใช้เคลือบปรุงแต่งรสผลิตภัณฑ์อาหารว่าง

ส่วนประกอบ		สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
ผลิตภัณฑ์อาหารว่าง	กรัม	50	50
ทุเรียนผง *	กรัม	2.5	5
น้ำตาลทรายขาว	กรัม	15	20
กลูโคสซีรัป	ช้อนโต๊ะ	1/2	1
น้ำสะอาด	ช้อนโต๊ะ	1	1 1/2
เนยสด	ช้อนชา	1	1

*ใช้ทุเรียนผงที่ผลิตจากทุเรียนหมอนทองห้ามผสมทุเรียนชะนีสุกมาก 1:1

ตารางที่ 22 ส่วนประกอบที่ใช้เคลือบปรุงแต่งรสผลิตภัณฑ์อาหารว่าง

(สูตรที่มีการเติมทุเรียนผง ร้อยละ 11 และ 11.5 ปรับปรุงวิธีการเคลือบ)

ส่วนประกอบ		สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ทุเรียนผง *	กรัม	5	10	10
น้ำตาลทรายขาว	กรัม	30	30	35
กลูโคสซีรัป	กรัม	20	20	15
น้ำสะอาด	ซีออนโต๊ะ	2	2	2
เนยสด	กรัม	15	15	15
ผลิตภัณฑ์อาหารว่าง	กรัม	100	100	100

*ใช้ทุเรียนผงที่ผลิตจากทุเรียนหมอนทองห้ามผสมทุเรียนชะนีสูงมาก 1:1

ตารางที่ 23 คุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างทุเรียนผง และ อาหารว่างชนิดกรอบพอง

รายการ		ทุเรียนผง				อาหารว่าง ชนิดกรอบ พอง
		ชะนี ห้าม	หมอนทอง สูงพอดี	หมอนทองห้ามผสม ชะนีสูงมาก1:1	หมอนทองห้ามผสม ชะนีสูงมาก2:1	
ความชื้น	ร้อยละ	3.47	5.35	5.17	4.96	7.64
ไขมัน	ร้อยละ	8.88	5.74	6.86	7.00	6.21
โปรตีน	ร้อยละ	10.0	4.69	6.12	5.87	5.49
กากร้อยละ	ร้อยละ	5.00	1.90	2.75	2.80	0.32
เถ้า	ร้อยละ	6.09	3.34	3.75	2.92	1.21
คาร์โบไฮเดรต	ร้อยละ	66.56	78.98	75.35	76.45	79.13
ค่าพลังงานความร้อน	กิโลกรัม /100กรัม	386.2	386.3	387.6	392.3	394.4

ตารางที่ 24 ต้นทุนการผลิตทุเรียนผงที่ผลิตโดยตู้อบลมร้อน

ค่าพลังงานเชื้อเพลิง* (บาท) ทุเรียนผง/ระดับความสุก			ค่าวัตถุดิบ** (บาท)	ต้นทุนการผลิตทุเรียนผง 1 กิโลกรัม(บาท)*** ทุเรียนผง/ระดับความสุก		
สุกห้าม	สุกพอดี	สุกมาก		สุกห้าม	สุกพอดี	สุกมาก
7 ชั่วโมง =7x4.80 =33.60	19 ชั่วโมง =19x4.80 =91.20	36 ชั่วโมง =36x4.80 =173.00	ทุเรียนสดทั้งหมด 15 กิโลกรัม(ราคา10-20 บาท/กก.) =150-300	105-190	138-224	185-270

* ค่าไฟฟ้าที่ใช้กับตู้อบลมร้อน แปรผันตามระยะเวลาที่ใช้ทำแห้ง 1 ชั่วโมง ใช้ไฟฟ้า 1.63 Kw หรือเท่ากับค่าไฟฟ้า 4.80 บาทต่อ 1 ชั่วโมง โดยคิดค่าไฟฟ้าที่ราคาหน่วยละ 3 บาท

**ปริมาณการผลิตในห้องปฏิบัติการ เนื้อทุเรียนสด 5 กิโลกรัม ได้ทุเรียนผงประมาณ 1750 กรัม (ร้อยละ 32-35)

***ต้นทุน คำนวณเฉพาะค่าวัตถุดิบและค่าพลังงานเชื้อเพลิง (ไม่รวมค่าแรงงาน)

ตารางที่ 25 ต้นทุนการผลิตทุเรียนผงที่ผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง

ค่าพลังงานเชื้อเพลิง*	ค่าวัตถุดิบ	ค่า แรง งาน	ปริมาณผลผลิต ทุเรียนผง**	ต้นทุนการผลิต ทุเรียนผง 24 กิโลกรัม	ต้นทุนการผลิต ทุเรียนผง 1 กิโลกรัม
ชั่วโมงแรก น้ำมัน = 23 ลิตร ชั่วโมง 2-8 = 5ลิตร/ ชั่วโมง 0-8 ชั่วโมง 58x14 = 812 บาท	ทุเรียนสด 216กิโลกรัม X 10 บาท/กิโลกรัม =2,160 บาท หรือ X 20 บาท/กก. =4,320บาท	500 บาท	การเดินเครื่อง 8 ชั่วโมงผลิต ทุเรียนผงได้ 24 กิโลกรัม	3,500-5,500 บาท (คิดที่ราคา ทุเรียนทั้งผล 10-20 บาท/ กิโลกรัม)	145 - 230 บาท

*พลังงานเชื้อเพลิง คือน้ำมันใช้กับเครื่องกำเนิดไอน้ำในการผลิต steam เพื่อให้ความร้อนแก่เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

**ทุเรียนผง 1 กิโลกรัมมาจากเนื้อทุเรียน 3 กิโลกรัม (หรือผลผลิต ร้อยละ 30-35) ซึ่งมาจากทุเรียนทั้งผล 9 กิโลกรัม

ตารางที่ 26 ต้นทุนการผลิตทุเรียนผงที่ผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง

ค่าพลังงานเชื้อเพลิง*	ค่าวัตถุดิบ	ปริมาณผลผลิต ทุเรียนผง**	ต้นทุนการผลิต	ต้นทุนการผลิต*** ทุเรียนผง 1 กิโลกรัม
28-30 ชั่วโมง ค่าไฟฟ้า =352 บาท	ทุเรียนสด 15 กิโลกรัม X 10 บาท/กิโลกรัม =150 บาท หรือ X 20 บาท/กิโลกรัม =300 บาท	การเดินเครื่อง 28-30 ชั่วโมง ผลิตทุเรียนผงได้ 1750 กรัม	502-652 บาท ต่อ ผลผลิต 1750 กรัม (คิดที่ราคาทุเรียนทั้งผล 10-20 บาท/กิโลกรัม)	287-373 บาท

*ค่าไฟฟ้า ที่ใช้กับเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง

** ปริมาณการผลิตในห้องปฏิบัติการ ***ต้นทุน คำนวณเฉพาะค่าวัตถุดิบและค่าพลังงานเชื้อเพลิง

ตารางที่ 27 เปรียบเทียบความแตกต่างของการผลิตทุเรียนผง 3 วิธี

รายการ	ตู้อบลมร้อน	เครื่องทำอาหารแห้งแบบ ลูกกลิ้ง	เครื่องทำอาหารแห้งแบบ อบแห้งแช่เยือกแข็ง
ระดับความสุกของวัตถุดิบ	- ได้ผลดีกับทุเรียนสุกห่าม - ทุเรียนสุกพอดีและสุกมาก ทำแห้งได้ยาก และแห้งไม่ สม่ำเสมอ	- ได้ผลดีกับทุเรียนสุกห่าม สุกพอดีและสุกมากผสม สุกห่าม 1:1	- ได้ผลดีกับทุเรียนสุกห่าม และสุกพอดี - ทุเรียนสุกมากทำแห้งได้ ยากและแห้งไม่สม่ำเสมอ
ระยะเวลาในการทำแห้ง	สุกห่ามใช้เวลา 7 ชั่วโมง สุกมากใช้เวลา 18-36ชั่วโมง	30 วินาที -1 นาที	28-30 ชั่วโมง

รายการ	ตู้อบลมร้อน	เครื่องทำอาหารแห้งแบบ ลูกกลิ้ง	เครื่องทำอาหารแห้งแบบ อบแห้งแช่เยือกแข็ง
อัตราการผลิตต่อครั้ง	1750 กรัม	24 กิโลกรัม	1750 กรัม
ค่าพลังงานเชื้อเพลิงต่อ การผลิต 1 ครั้ง	33-173 บาท (7-19 ชั่วโมง)	812 บาท (8 ชั่วโมง)	352 บาท (28-30 ชั่วโมง)
คุณภาพทุเรียนผงที่ได้	แห้งดีเฉพาะทุเรียนสุกห่าม แต่ทุเรียนสุกพอดีและสุก มากแห้งไม่สม่ำเสมอและ เกิดการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล	แห้งดี สี กลิ่นรสปกติ ทำได้กับทุเรียนทุกระดับ ความสุก	ทุเรียนสุกห่ามและสุกพอดี แห้งและสี กลิ่นรสปกติ ทุเรียนสุกมากทำไม่ได้
ต้นทุนการผลิตทุเรียนผง 1 กิโลกรัม	105-270 บาท	145-230 บาท	287-373 บาท

ตารางที่ 28 ต้นทุนการผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพองจากทุเรียนผงโดยเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์

ค่าพลังงาน เชื้อเพลิง*	ค่าวัตถุดิบ ที่ใช้ผลิตอาหารว่างฯ			ค่าวัตถุดิบที่ใช้เคลือบปรุงรส		ต้นทุนผลิตภัณฑ์** อาหารว่างฯ	
	ปริมาณ สูตรส่วนประกอบ 8 กิโลกรัม / ครั้งการผลิต (ร้อยละ) (กรัม)	ค่าวัตถุดิบ (บาท)	ส่วนประกอบ*** (ร้อยละ)	ค่าวัตถุดิบ (บาท)	8 กิโลกรัม (บาท)	1 กิโลกรัม (บาท)	
ชั่วโมงละ ประมาณ 25 บาท 0-8 ชั่วโมง 8x25 = 200 บาท	ทุเรียนผง 11.5 920	184	ทุเรียนผง 5-10	80-160	544-724	68 – 90.5	
	ข้าวเจ้าบด 77 6,160	75	น้ำตาล 35	39			
	ถั่วเหลืองบด 5 400	16	เนยสด 15	80-180			
	ข้าวโพดบด 6.5 520	40	กลูโคสซีรัป 15	30			
	(คิดที่ราคาทุเรียนผง 200บาท/ กิโลกรัม)	รวม 315	รวม 229-409				

* พลังงานเชื้อเพลิง คือ ค่าไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ เพื่อให้ความร้อนแก่วัตถุดิบที่อัดผ่านสกรูภายใน
กระบอกโลหะ (barrel)

** การผลิตอาหารว่างฯ โดยเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ในห้องปฏิบัติการ มีอัตราการผลิตประมาณ ชั่วโมงละ 1 กิโลกรัม
ดังนั้นอาหารว่างฯ ขนาดบรรจุ 250 กรัม มีต้นทุนค่าวัตถุดิบและเชื้อเพลิง ประมาณ 17-22.63 บาท

*** ส่วนประกอบที่ใช้เคลือบปรุงรส คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักผลิตภัณฑ์อาหารว่างฯ



ภาพที่ 1 ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง



ภาพที่ 2 ทุเรียนพันธุ์ชะนี



ภาพที่ 3 ทุเรียนพันธุ์ชะนี (ห้าม) อบแห้ง โดยตู้อบลมร้อน



ภาพที่ 4 ทุเรียนหมอนทอง(ห้าม) อบแห้ง โดยตู้อบลมร้อน



ภาพที่ 5 ทุเรียนอบแห้ง โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง
(หมอนทองสุกห่าม และชะนีสุกพอดี)



ภาพที่ 6 ทุเรียนผง โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบอบแห้งแช่เยือกแข็ง
(หมอนทองสุกห่าม และชะนีสุกห่าม)



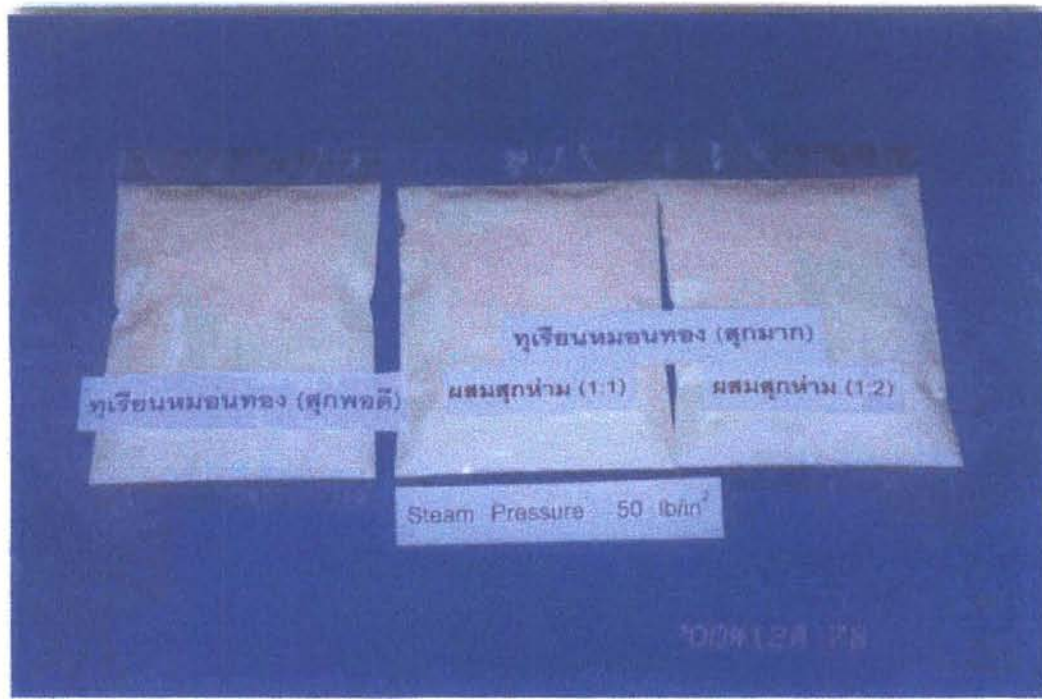
ภาพที่ 7 ทูเรียนอบแห้ง โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง



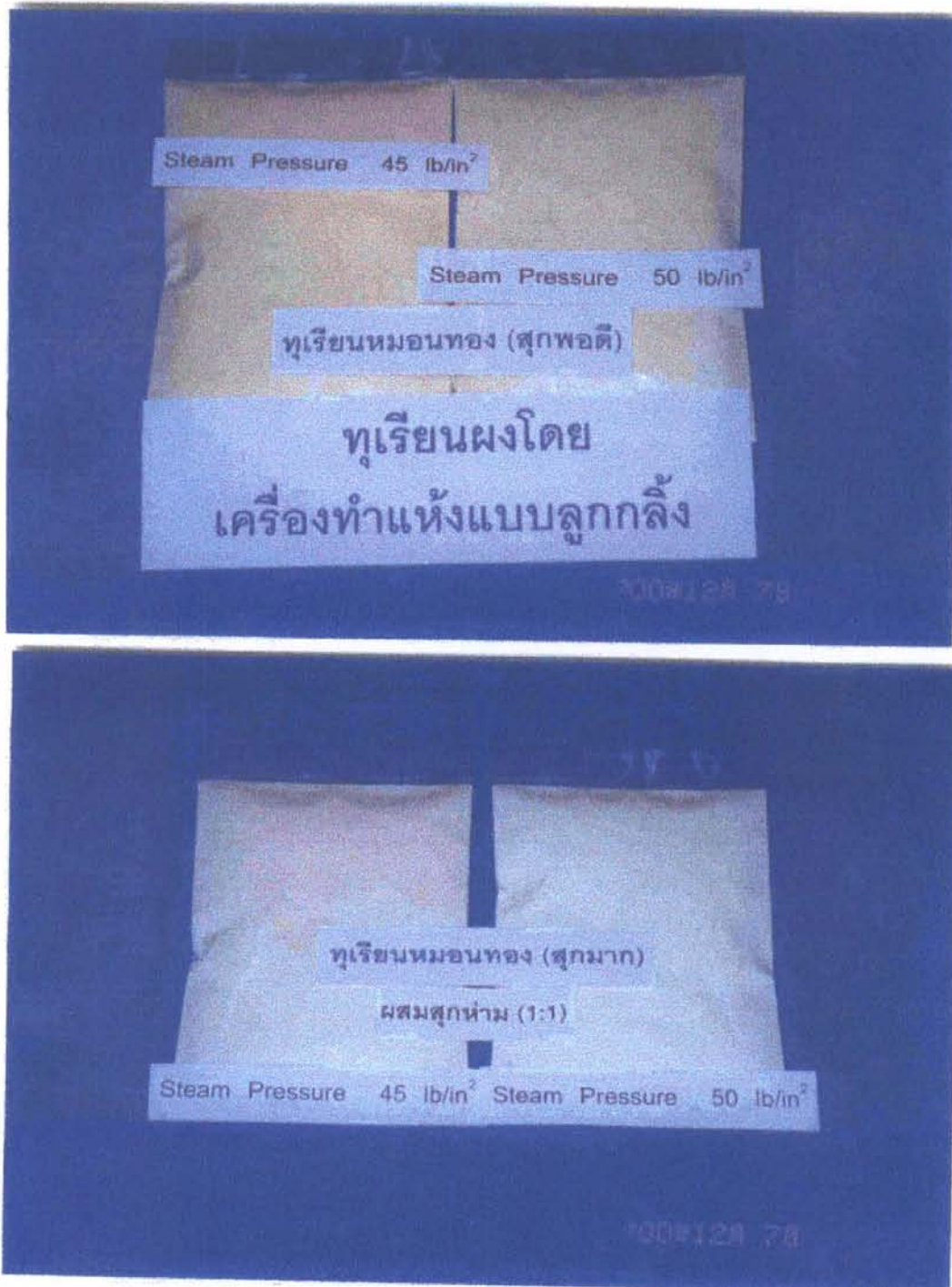
ภาพที่ 8 ทูเรียนผง โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง
สภาวะการผลิต : ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



ภาพที่ 9 ทุเรียนอบแห้ง โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง
 สภาวะการผลิต : ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



ภาพที่ 10 ทุเรียนอบแห้ง โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง
 สภาวะการผลิต : ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบหุงเรียนผึ่ง (หอมทองสุกพอดี และหอมทองสุกมากผสมสุกห่าม อัตราส่วน 1:1) โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง
 สภาวะการผลิต ● ความดันไอน้ำ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
 ● ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบทุเรียนผง (หอมทองสุกพอดี ชะนีสุกพอดี และชะนีสุกมาก ผสมสุกห่าม อัตราส่วน 1:1) โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง สภาวะการผลิต:ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



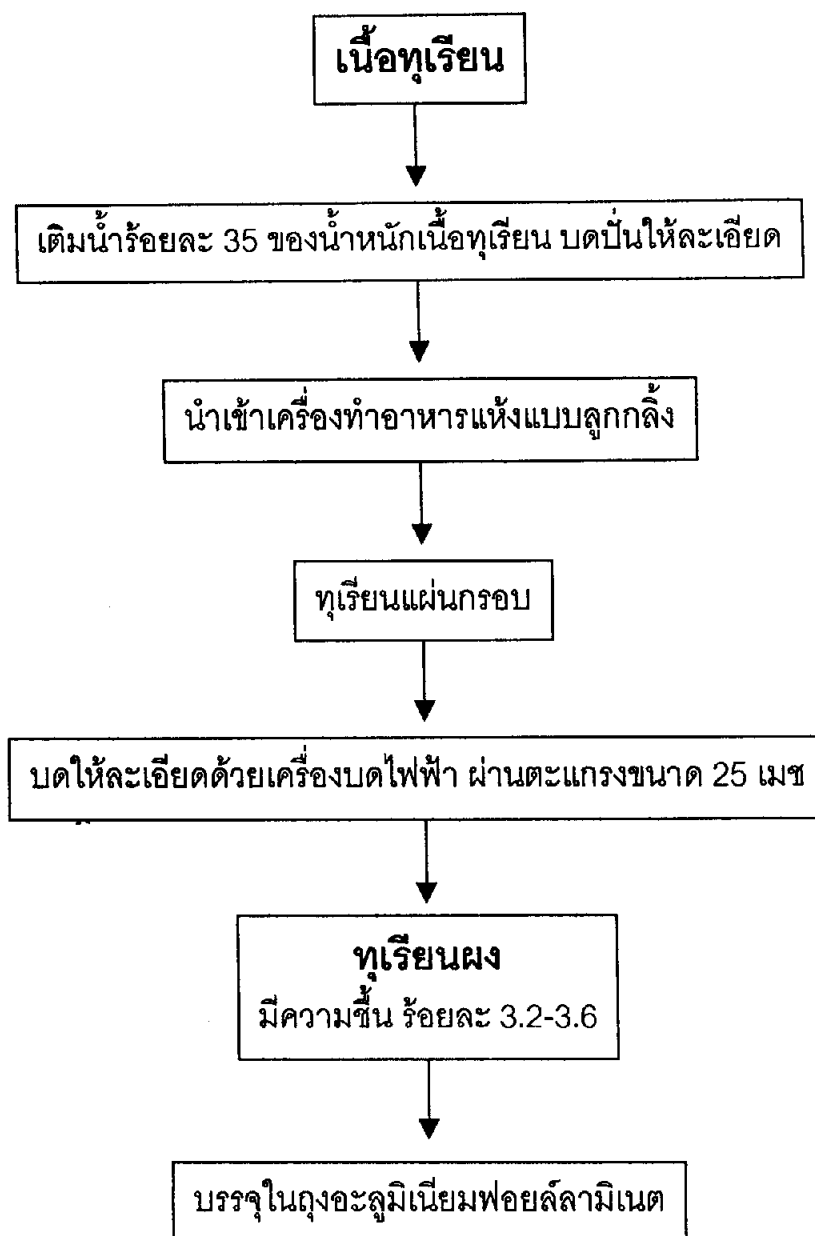
ภาพที่ 13 เปรียบเทียบทุเรียนผง (หอมทองสุกพอดี ชะนีสุกมาก ผสมสุกห่าม อัตราส่วน 1:1 และ หอมทองสุกมากผสมสุกห่าม อัตราส่วน 1:2) โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง สภาวะการผลิต:ความดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



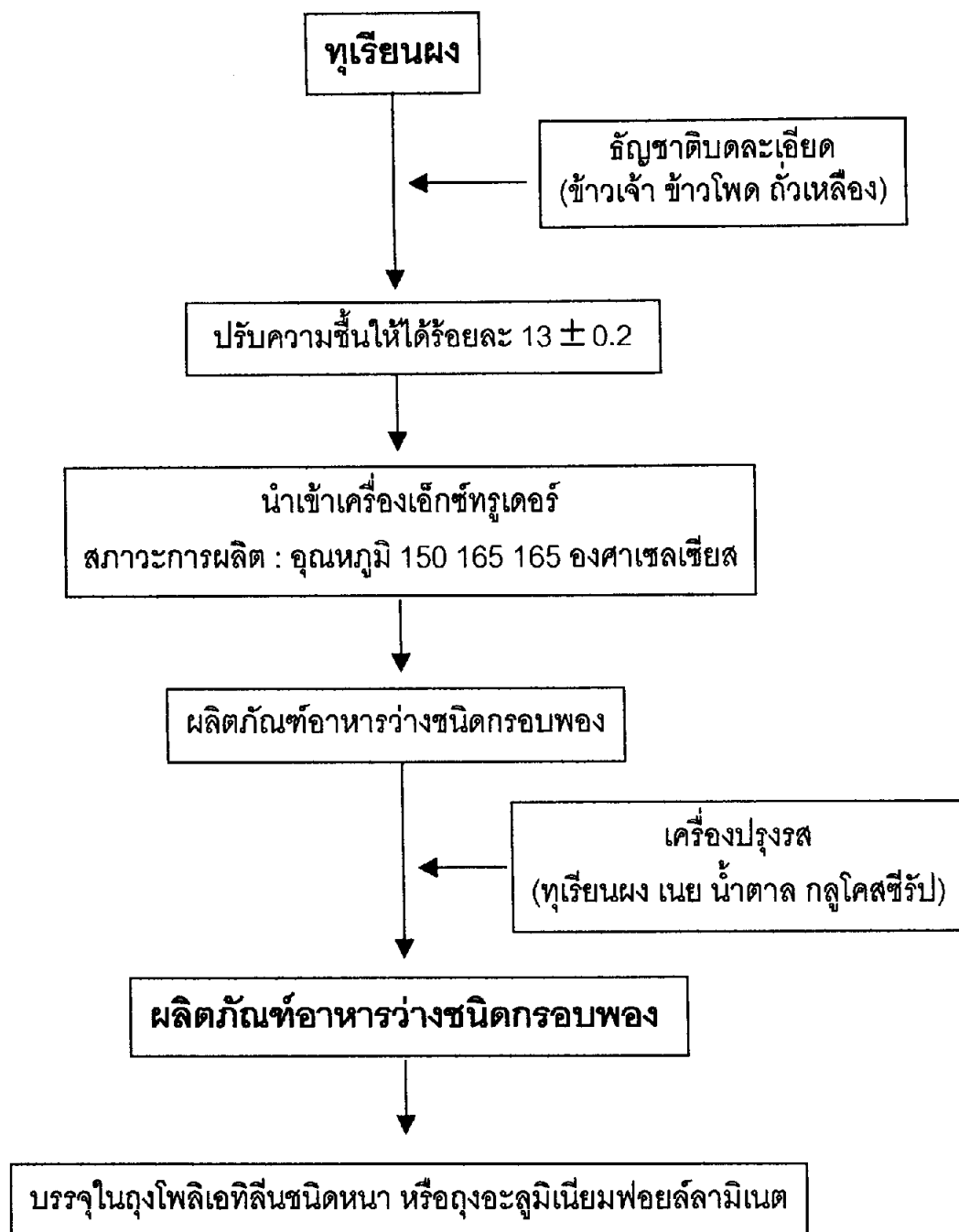
ภาพที่ 14 อาหารว่างชนิดกรอบพองจากทุเรียน



ภาพที่ 15 ลูกก็ทุเรียนและเค้กทุเรียน ผลิตโดยใช้ทุเรียนผงเต็มในส่วนประกอบ



ภาพที่ 16 ขั้นตอนการผลิตทุเรียนผง โดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง



ภาพที่ 17 ขั้นตอนการผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพองจากทุเรียนผง

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางผนวกที่ ก.1-2 อายุการเก็บ สี และความชื้นของทุเรียนผง

ตารางผนวกที่ ก.3-8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์อาหารว่าง

..

ตารางผนวกที่ ก.1 อายุการเก็บ และสีของทุเรียนผง

ลำดับ ที่	ตัวอย่างทุเรียนผง		วิธีทำ	สภาวะการเก็บ		ค่าสีของทุเรียนผง (Munsell Value)														รูปภาพ ที่	
	พันธุ์	ระดับความสุก				ระยะเวลาการเก็บ (เดือน)															
				อุณหภูมิ	บรรจุภัณฑ์	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14
1	หมอนทอง	สุกพอดี	drum dried 45 lb/in ²	RT	Al.	8.48	8.75	8.61	8.67	8.68	8.68	8.64	-	-	-	-	-	-	-	-	1
				CT	Al.	8.48	8.66	8.58	8.59	8.71	8.75	8.68	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	ระนี	สุกพอดี	drum dried 50 lb/in ²	RT	Al.	8.25	8.36	8.40	8.27	8.40	8.31	8.32	-	-	-	-	-	-	-	-	2
				CT	Al.	8.25	8.39	8.35	8.48	8.49	8.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	ระนี	สุกพอดี	drum dried 50 lb/in ²	RT	Al.	8.08	8.48	8.44	9.04	8.16	8.30	8.33	8.26	8.04	7.86	7.83	7.91	7.38	7.30	6.89	3
				CT	Al.	8.21	8.38	8.46	8.91	8.42	8.37	8.43	8.50	-	-	-	-	-	-	-	
4	หมอนทอง	สุกพอดี	drum dried 50 lb/in ²	RT	Al.	8.67	8.72	8.54	8.76	8.74	8.79	8.75	8.76	8.91	8.70	8.60	8.47	8.48	8.25	8.15	4
				CT	Al.	8.73	8.63	8.74	8.71	8.80	8.75	8.80	8.82	-	-	-	-	-	-	-	
5	ระนี+ หมอนทอง	สุกมาก+ห่าม 1:1	drum dried 50 lb/in ²	RT	Al.	8.16	8.20	8.01	8.35	8.12	8.32	8.04	7.93	7.76	7.78	7.78	7.80	7.46	7.59	7.20	5
				CT	Al.	8.01	8.18	8.40	8.32	8.36	8.20	8.41	8.71	-	-	-	-	-	-	-	
6	หมอนทอง	สุกมาก+สุกห่าม 1:1	drum dried 50 lb/in ²	RT	PE	8.69	-	8.77	-	8.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
				CT	PE	8.69	8.76	8.79	8.84	8.77	8.81	8.81	8.75	8.75	8.85	-	-	-	-	-	

หมายเหตุ RT = อุณหภูมิห้อง CT = อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Al. = อะลูมิเนียมฟอสฟอรัสลามิเนต PE = โพลีเอทิลีน

- หมายถึง ไม่ได้วิเคราะห์ / ตัวอย่างมีไม่เพียงพอ

ตารางผนวกที่ ก. 2 อายุการเก็บและความชื้นของทุเรียนผง

ลำดับ ที่	ตัวอย่างทุเรียนผง		วิธีทำ	สภาวะการเก็บ		ความชื้นของทุเรียนผง (ร้อยละ)														รูปภาพ ที่		
	พันธุ์	ระดับความสุก				ระยะเวลาการเก็บ (เดือน)																
				อุณหภูมิ	บรรจุภัณฑ์	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14	
1	หมอนทอง	สุกพอดี	drum dried 45 lb/in ²	RT	Al.	3.32	3.57	4.04	4.16	4.18	4.56	5.04	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
				CT	Al.	-	3.26	-	3.04	-	3.30	-	3.30	-	4.20	-	-	-	-	-		-
	ระนี	สุกพอดี	drum dried 50 lb/in ²	RT	Al.	3.76	4.12	4.34	5.12	4.80	4.93	4.76	-	-	-	-	-	-	-	-	8	
				CT	Al.	-	3.56	-	3.37	-	3.62	-	3.85	-	-	-	-	-	-	-		-
2	หมอนทอง	สุกมาก:พ่าม 1:1	drum dried 50 lb/in ²	RT	PE.	3.67	-	5.46	-	5.95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
				CT	PE.	3.37	3.46	3.66	3.76	4.12	4.12	4.07	4.4	5.02	5.09	-	-	-	-	-		
				RT	Al.	3.67	-	4.28	-	4.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
				CT	Al.	3.37	3.92	3.16	3.98	3.85	3.64	3.35	3.76	4.66	4.29	4.82	4.94	-	-	-		
3	หมอนทอง	สุกพอดี	drum dried 50 lb/in ²	RT	Al.	3.58	3.96	3.27	4.56	4.51	4.28	4.85	4.83	5.04	5.3	4.91	5.25	4.92	5.15	5.67	11	
				CT	Al.	3.35	3.27	3.35	3.61	3.84	3.95	3.8	4.2	-	-	-	-	-	-	-		
	ระนี	สุกพอดี	drum dried 50 lb/in ²	RT	Al.	3.16	3.62	4.03	4.26	4.69	4.8	4.5	4.8	5.54	5.73	5.69	6.15	6.45	5.56	6.22	12	
				CT	Al.	3.09	3.26	3.01	4.38	3.87	3.47	3.75	3.99	-	-	-	-	-	-	-		

หมายเหตุ RT : อุณหภูมิห้อง CT = อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

AL = อะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต PE = โพลีเอทิลีน

- หมายถึงไม่ได้วิเคราะห์ / ตัวอย่างมีไม่เพียงพอ

ตารางผนวกที่ ก. 3 ผลคะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดกรอบพอง จากทุเรียน 3 สูตร

ลักษณะที่ทดสอบ	คะแนนเฉลี่ย / ร้อย / ตัวอย่าง		
	428	205	630
ลักษณะเนื้อ	7.33	7.16	5.58
สี	6.83	6.92	6.83
กลิ่น	5.80	5.90	6.30
รส	6.33	6.08	6.17
การยอมรับ	6.67	6.25	6.50

- หมายเหตุ** - อาหารว่างฯ สูตร 428 และ 205 ผลิตจากวัตถุดิบที่ประกอบด้วยทุเรียนผง (สุกห้ามผสมสุกมาก 1:1) ร้อยละ 11 ข้าวเจ้าบด ร้อยละ 77.5 ข้าวโพดบด ร้อยละ 6.5 และถั่วเหลืองบด ร้อยละ 5
- ◆ อาหารว่างฯ สูตร 630 ผลิตจากวัตถุดิบที่ประกอบด้วยทุเรียนผง (สุกพอดี) ร้อยละ 11.5 ข้าวเจ้าบด ร้อยละ 77 ข้าวโพดบด ร้อยละ 6.5 และถั่วเหลืองบด ร้อยละ 5
 - ◆ การเคลือบปรุงรสผลิตภัณฑ์อาหารว่าง:- สูตร 428 เติมทุเรียนผง ร้อยละ 5
สูตร 205 และ 630 เติมทุเรียนผง ร้อยละ 10
 - ◆ ส่วนประกอบที่ใช้ในการเคลือบปรุงแต่งรส แสดงในตารางที่ 20

ตารางผนวกที่ ก. 4 การวิเคราะห์ผล ANOVA (ด้านลักษณะเนื้อของผลิตภัณฑ์)

SOV	df	SS	MS	F-test
Sample	(t-1)=2	22.39	11.195	7.962**
Panelist	12-1=11	22.31	2.028	1.442 ^{ns}
Error	35-2-11=22	30.94	1.406	
Total	36-1=35	75.64		

ตารางผนวกที่ ก. 5 การวิเคราะห์ผล ANOVA (ด้านสีของผลิตภัณฑ์)

SOV	df	SS	MS	F-test
Sample	(t-1)=2	0.06	0.03	0.083 ^{ns}
Panelist	12-1=11	12.31	1.119	3.100*
Error	35-2-11=22	7.94	0.361	
Total	36-1=35	20.31		

ตารางผนวกที่ ก. 6 การวิเคราะห์ผล ANOVA (ด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์)

SOV	df	SS	MS	F-test
Sample	(t-1)=2	1.72	0.86	1.162 ^{ns}
Panelist	12-1=11	16.97	1.543	2.085 ^{ns}
Error	35-2-11=22	16.28	0.74	
Total	36-1=35	34.97		

ตารางผนวกที่ ก. 7 การวิเคราะห์ผล ANOVA (ด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์)

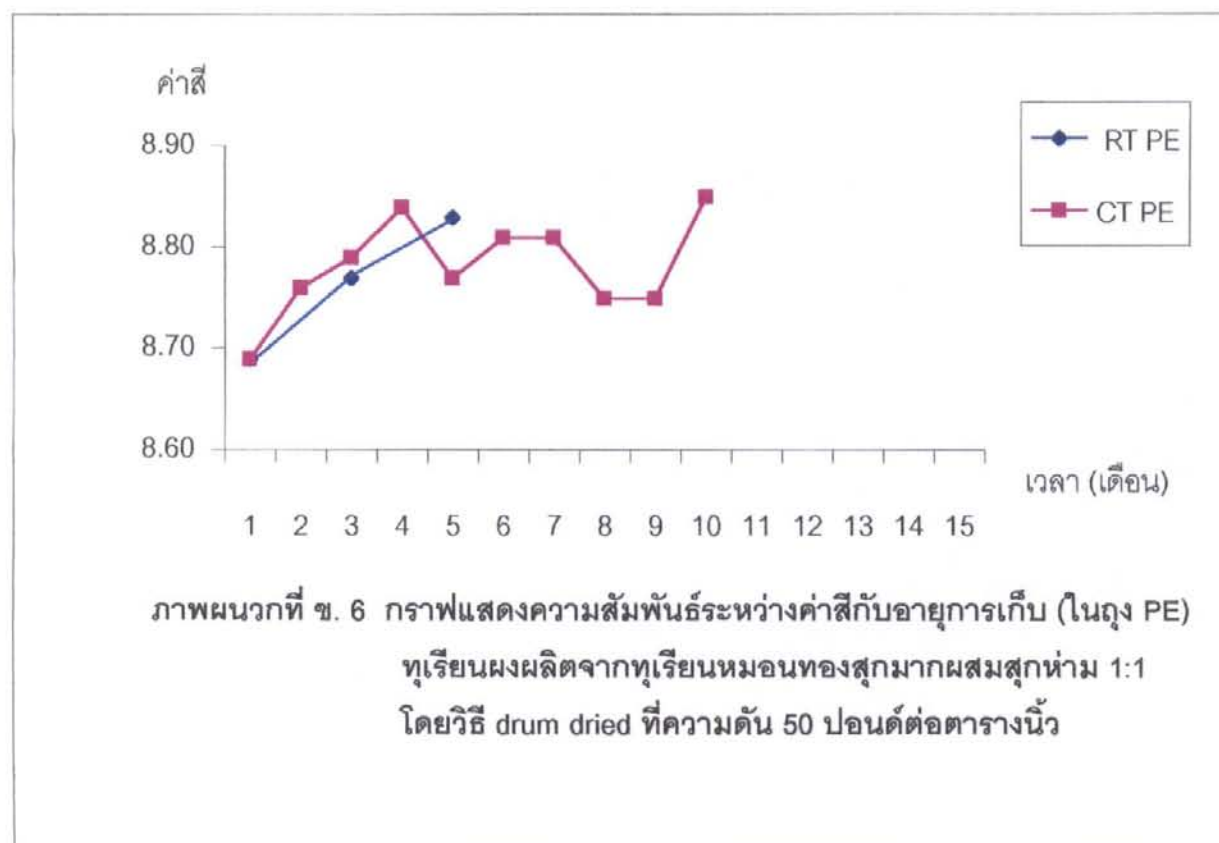
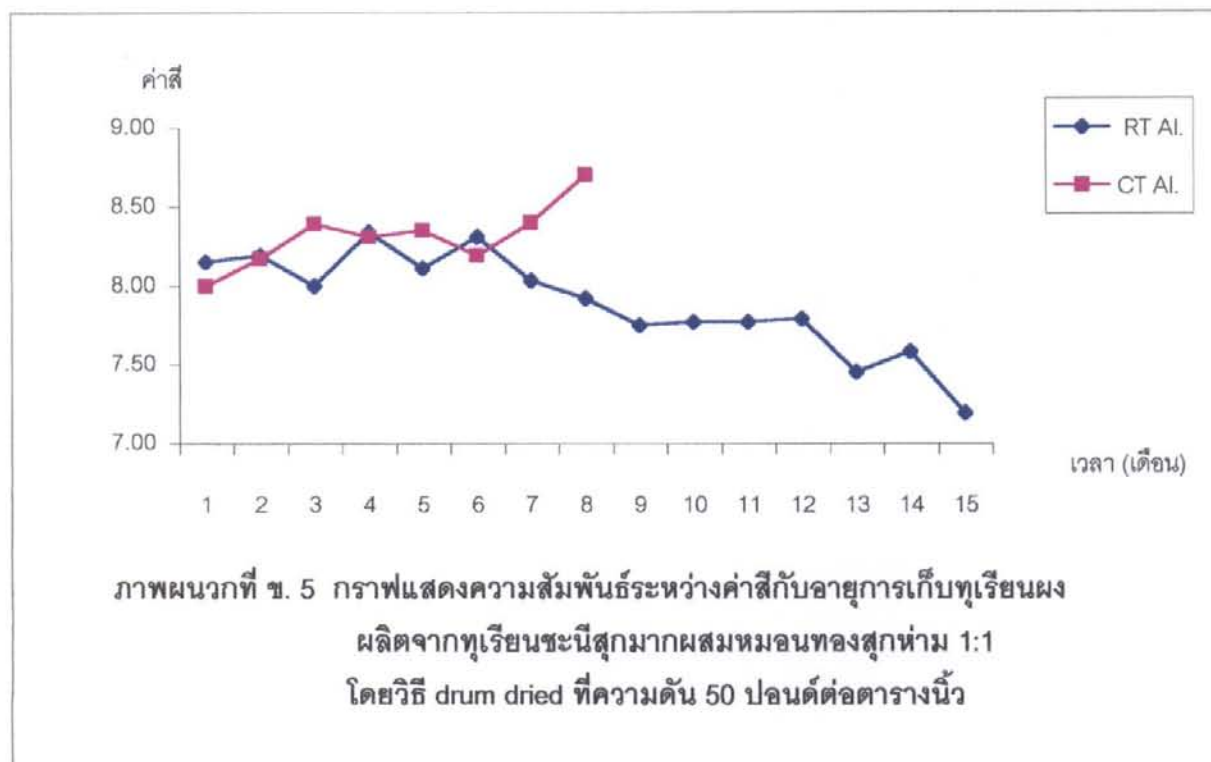
SOV	df	SS	MS	F-test
Sample	(t-1)=2	0.39	0.195	0.182 ^{ns}
Panelist	12-1=11	11.64	1.058	0.986 ^{ns}
Error	35-2-11=22	23.61	1.073	
Total	36-1=35	35.64		

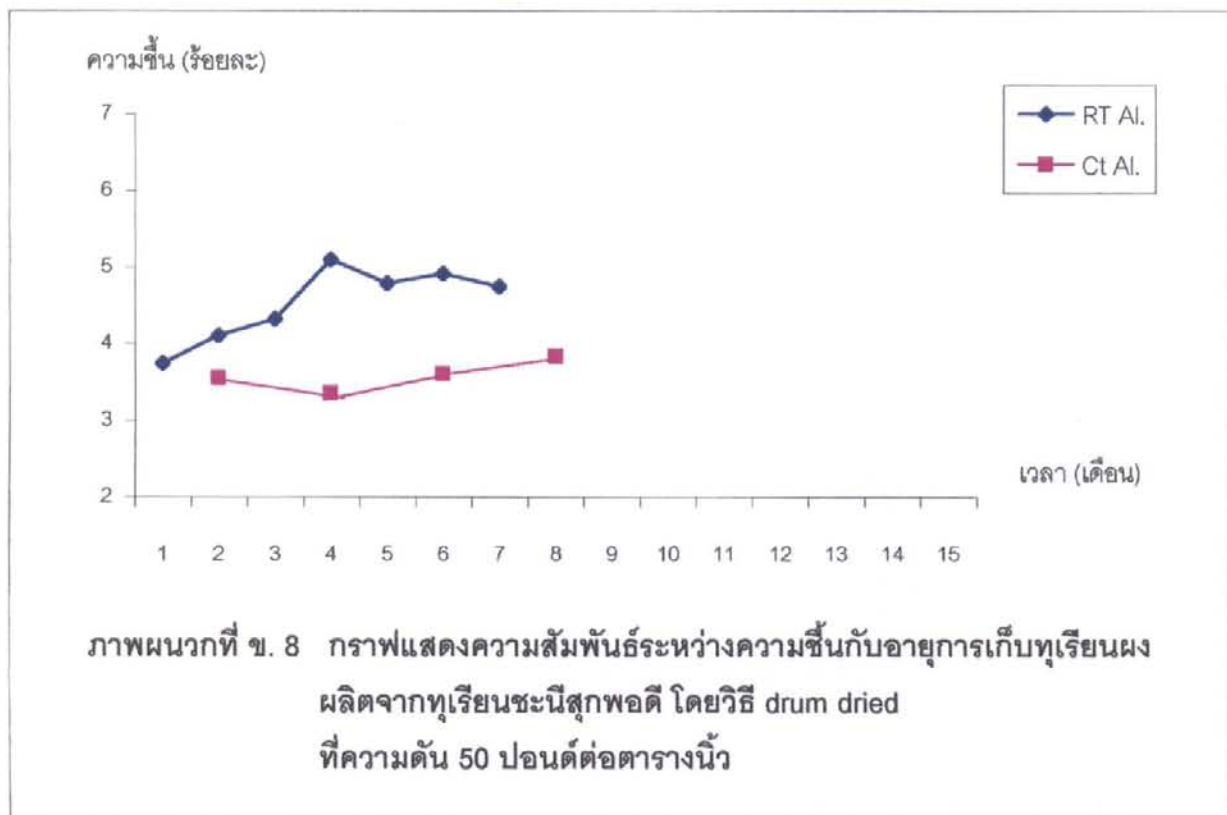
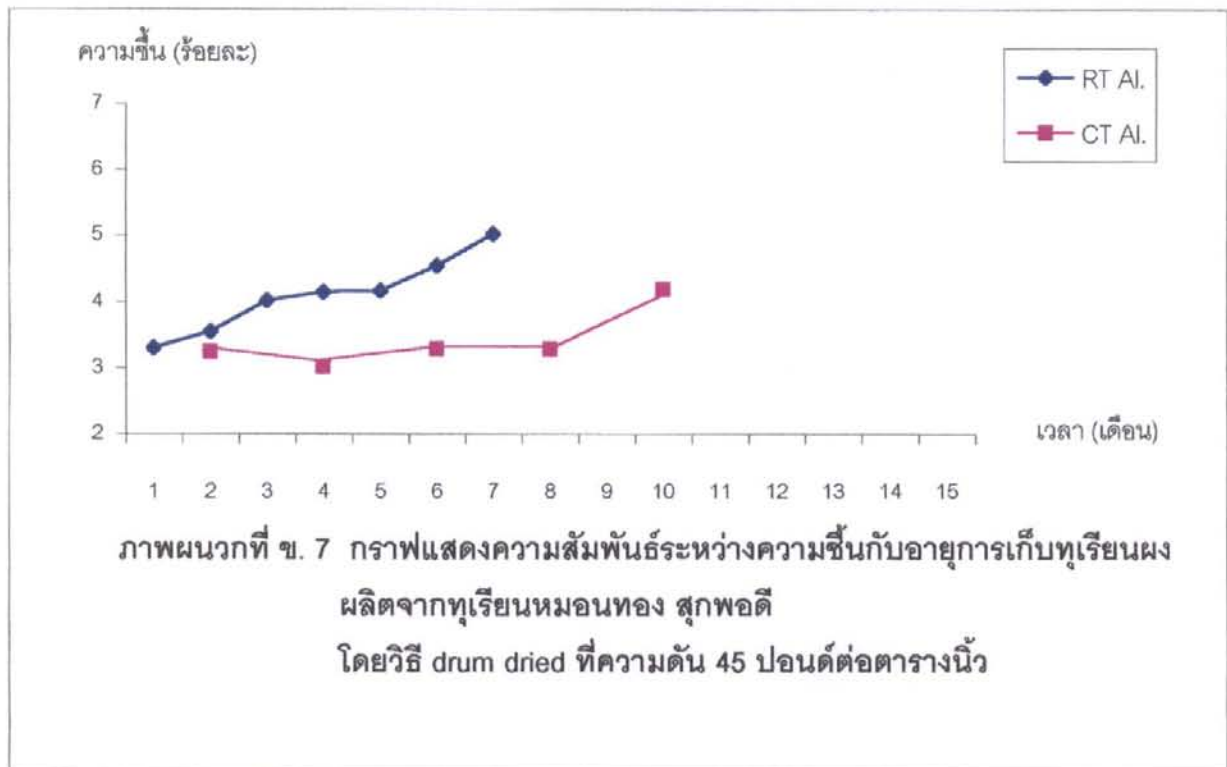
ตารางผนวกที่ ก. 8 การวิเคราะห์ผล ANOVA (ด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์)

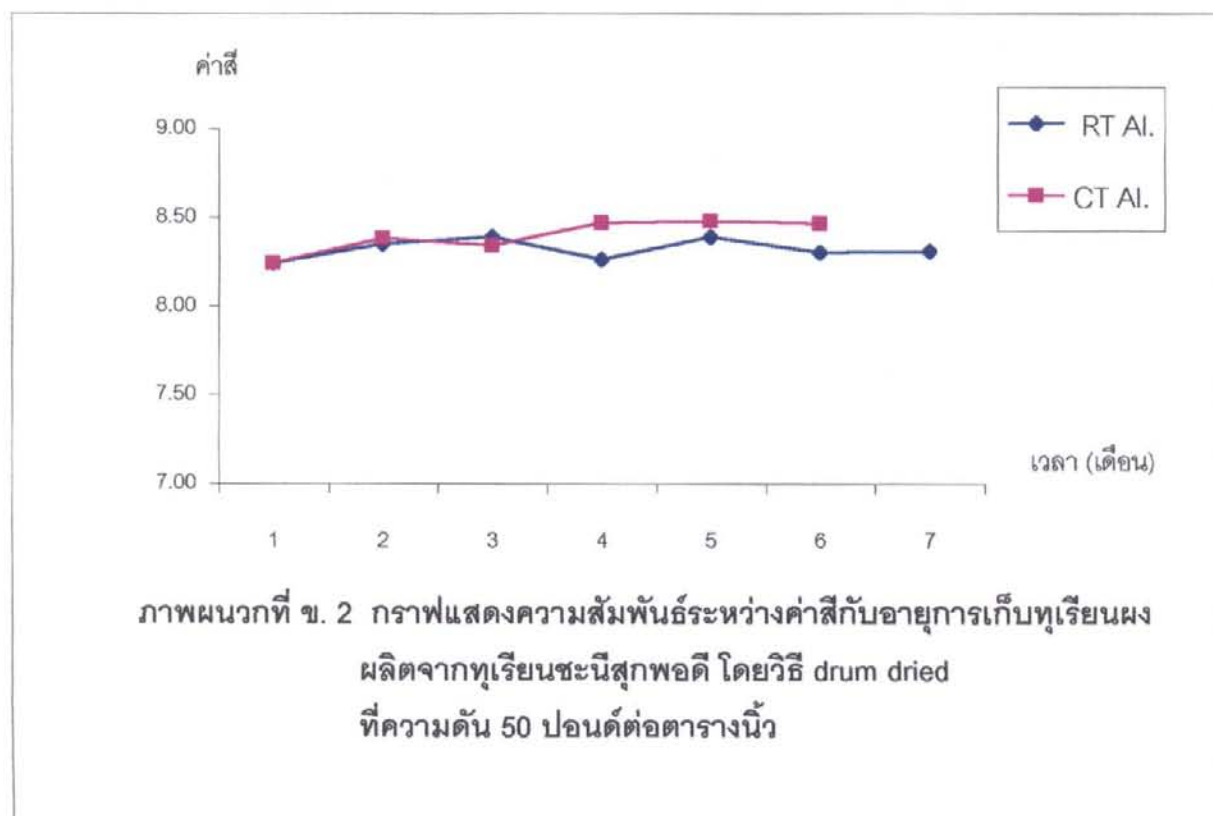
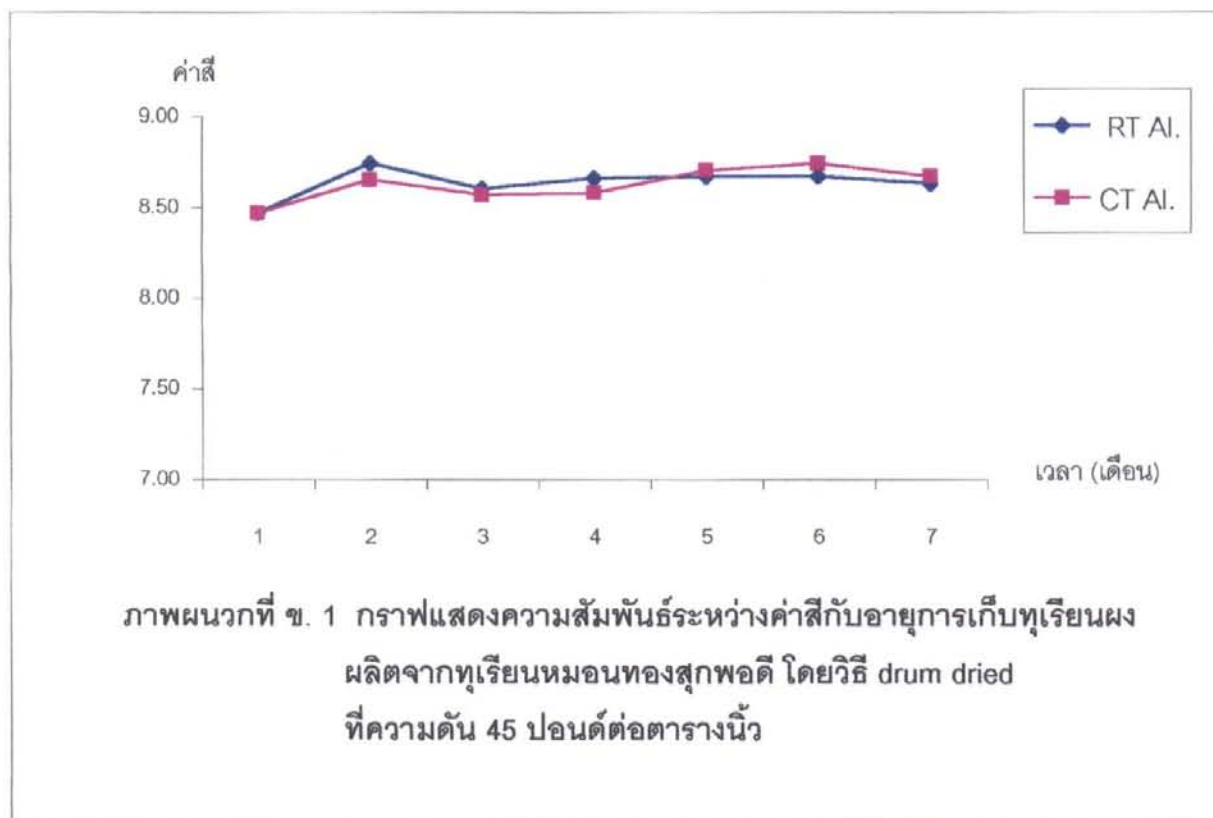
SOV	df	SS	MS	F-test
Sample	(t-1)=2	1.0553	0.5276	0.8967 ^{ns}
Panelist	12-1=11	10.972	0.9975	1.6953 ^{ns}
Error	35-2-11=22	12.9447	0.5884	
Total	36-1=35	24.972		

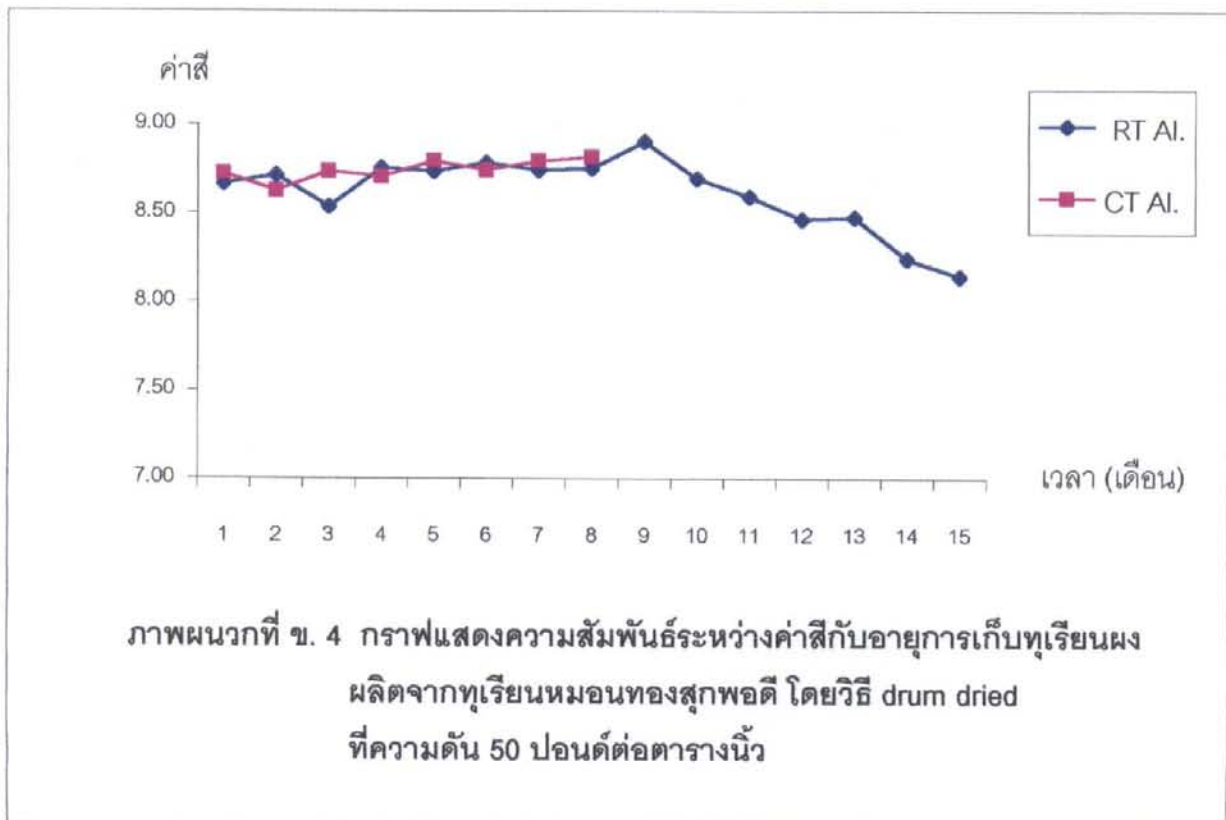
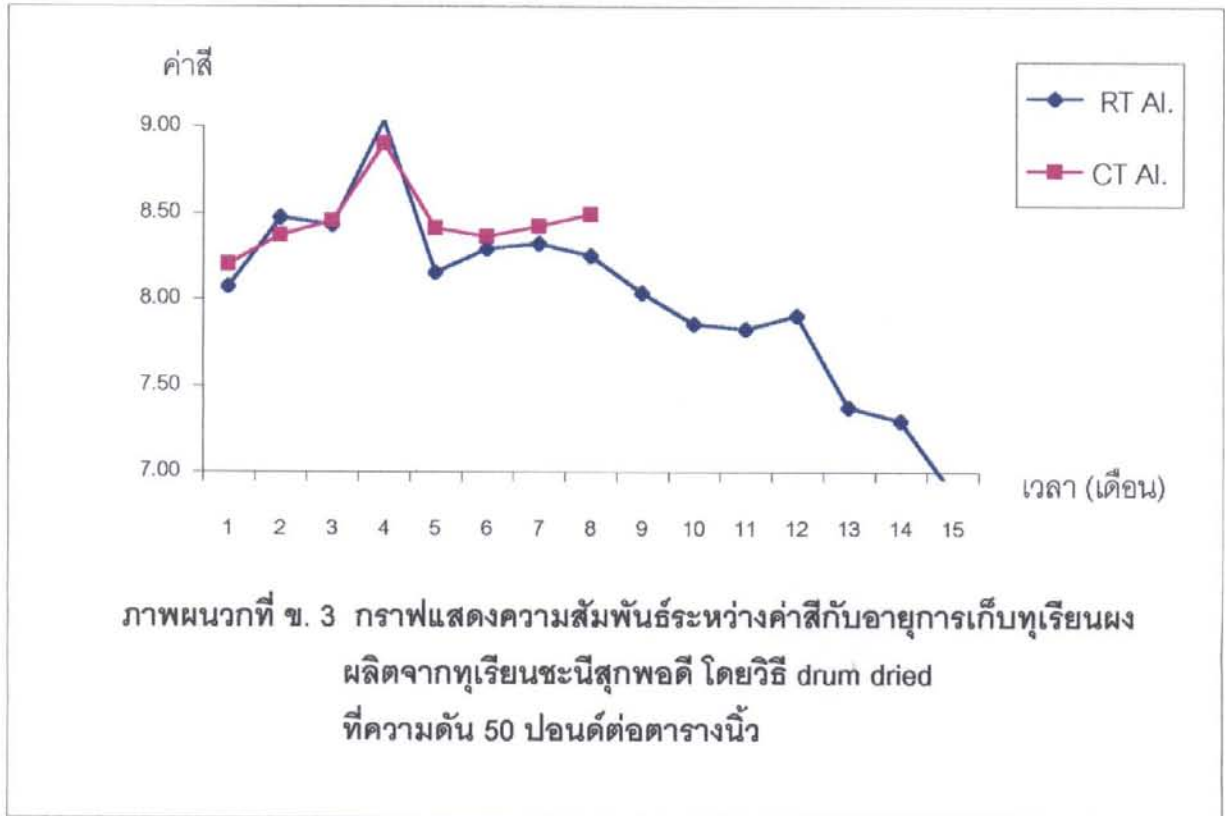
ภาคผนวก ข.

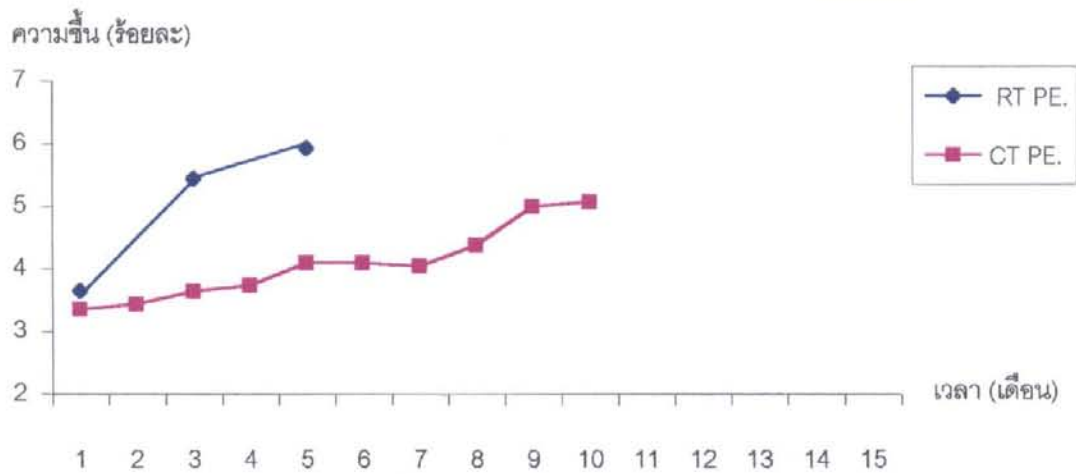
ภาพผนวกที่ ข.1-12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี /
ความชื้น กับอายุการเก็บทุเรียนผง







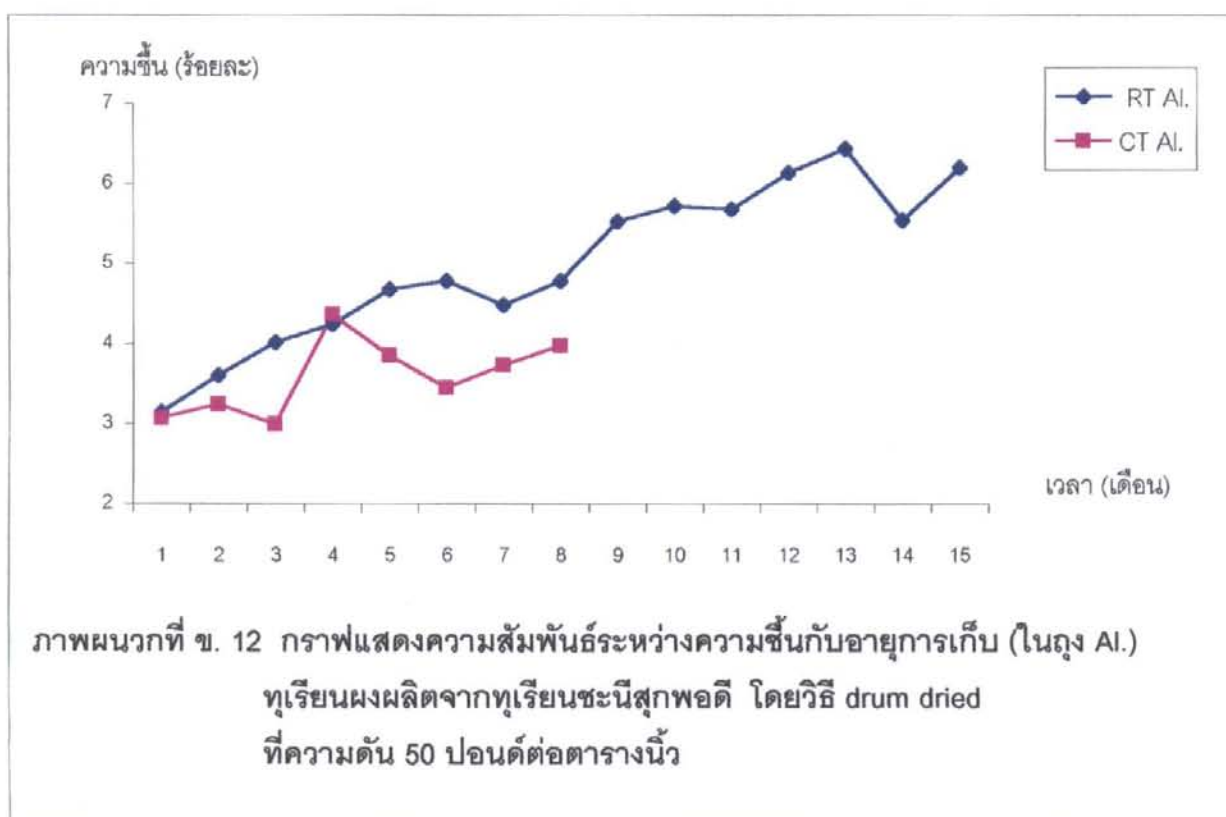
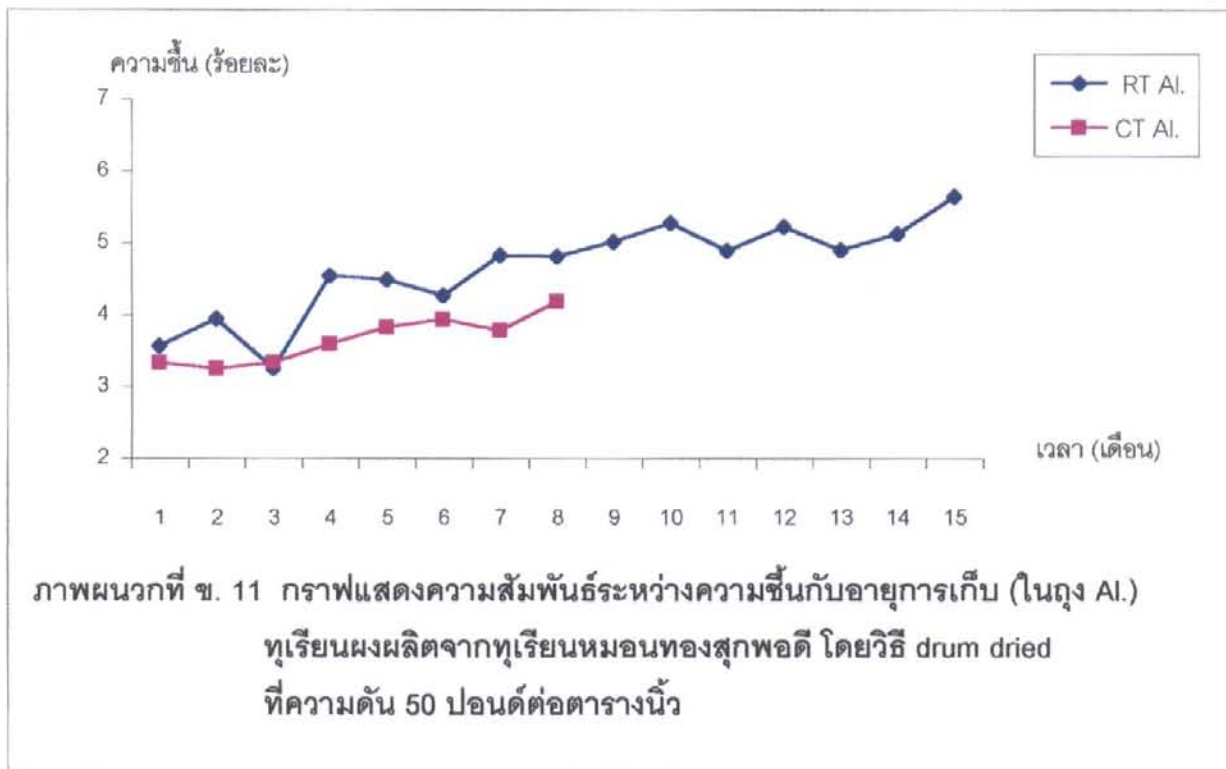




ภาพผนวกที่ ข. 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับอายุการเก็บ (ในถุง PE) ทุเรียนผงผลิตจากทุเรียนหมอนทองสุกมาก : สุกห้าม 1 : 1 โดยวิธี drum dried ที่ความดัน 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



ภาพผนวกที่ ข. 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับอายุการเก็บ (ในถุง AI.)ทุเรียนผงผลิตจากทุเรียนหมอนทองสุกมาก : สุกห้าม 1 : 1 โดยวิธี drum dried ที่ความดัน 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



ภาคผนวก ค.

วิธีการวิเคราะห์

วิธีการวิเคราะห์

- 1.วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ค่าพลังงานความร้อน และปริมาณเถ้า ตามวิธี AOAC (1995)
- 2.วิเคราะห์ปริมาณความชื้นของทุเรียนผง โดยเครื่องวิเคราะห์ความชื้น (METLER LP 16 Infrared Dryer and LJ16 Moisture Analyzer)
- 3.วิเคราะห์ค่าสี (Munsell value) โดยใช้เครื่องวัดสี(Macbeth-Munsell Disk Colorimeter)
 - การวัดสีของเนื้อทุเรียนสด นำเนื้อทุเรียนที่บดละเอียดใส่ในภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างที่ใช้ในการวัดสี แล้ววัดค่าสีโดยใช้ชุดแผ่นสีมาตรฐาน นำมาซ้อนทับกันและทำการหมุนปรับให้สีใกล้เคียงกับตัวอย่างมากที่สุด ชุดแผ่นสีมาตรฐาน ประกอบด้วยแผ่นสี ดังนี้
 - สีเหลือง 7.5 Y 8/10 (ใช้วัดสีทุเรียนสุกห่ามและสุกพอดี มีสีเหลืองอ่อน หรือสีเหลือง)
 - สีเหลือง 5Y 8.5/1.4(ใช้วัดสีทุเรียนสุกมาก หรือที่มีสีเหลืองเข้ม)
 - สีส้ม 2.5 YR 5/12
 - สีเทา N 7/
 - สีขาว N 9.5/
 - การวัดสีทุเรียนผง วัดค่าสีโดยใช้ชุดแผ่นสีมาตรฐาน ที่ประกอบด้วย
 - สีเหลือง 7.5 Y 8/10 (ใช้วัดสีทุเรียนผงที่สีเหลืองอ่อน หรือเหลือง) ..
 - สีเหลือง 5Y 8.5/1.4(ใช้วัดสีทุเรียนผงที่มีสีเหลืองเข้ม)
 - สีส้ม 2.5 YR 5/12
 - สีเทา N 7/
 - สีขาว N 9.5/

การคำนวณเป็นค่า Munsell value

-ค่า %Area ที่วัดได้ของแต่ละสี(สมมติเป็น %A₁ A₂ A₃ และ A₄)นำไปคำนวณโดยคูณกับค่า Tristimulus value ของแผ่นสีนั้นๆ ดังนี้

$$\frac{A_1 \times \text{Tristimulus value}}{100} = y_1$$

-คำนวณค่า y ของแต่ละแผ่นสี ได้ค่า เป็น y₁ y₂ y₃ และ y₄

จากนั้นรวมค่า y₁ y₂ y₃ และ y₄ ได้เป็นค่า Y

-นำค่า Y ไปเปิดอ่านค่า Munsell value (หรือ V_y) จากตาราง Y และ V_y

4. การวัดค่าความหวานของเนื้อทุเรียน วัดเป็นค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ(total soluble solid) ทำดังนี้

-เตรียมตัวอย่าง เนื้อทุเรียนตัวอย่างละ 50 กรัม บดให้ละเอียด กับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นำไปเข้าเครื่องเหวี่ยงที่ความเร็วรอบสูง(high speed centrifuge / KUBOTA 6800 ที่ความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

-วัดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ นำสารละลายส่วนที่ใสมาวัดค่า โดยใช้เครื่อง refractometer มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ (°Brix) ค่าที่วัดได้นี้ ต้องคูณด้วย 2 จึงจะได้เป็นค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ซึ่งแปรผันโดยตรงกับความหวานของเนื้อทุเรียนสด
