



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพจากถั่ว  
ด้วยกรรมวิธีการผลิตแบบเอ็กซ์ทรูชัน

คณะวิจัย

มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์

อำนาจ คูตะคุ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย  
จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2554  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ:.....การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพจากถั่วด้วยกรรมวิธีการผลิตแบบเอ็กซ์ทรูชัน.....  
แหล่งเงิน:.....ทุนคณะวิศวกรรมศาสตร์.....สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....  
ประจำปีงบประมาณ.....2554.....จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน.....64,900.....บาท  
ระยะเวลาทำการวิจัย.....1.....ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2553.....ถึง กันยายน 2554.....  
ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย  
1) ผศ.ดร. มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์.....สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร.....คณะวิศวกรรมศาสตร์.....(หัวหน้าโครงการ)  
2) นายอำนาจ.....คุณตะคุ.....สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร.....คณะวิศวกรรมศาสตร์.....

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแบบเอ็กซ์ทรูชันจากถั่ว 5 สี ประกอบด้วย อัตราส่วนผสมระหว่างถั่วแต่ละสี (ถั่วแดง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วดำ ถั่วขาว) กับลูกเต๋อย (30:70,50:50,70:30) และความเร็วยรอบสกรู (450,550 rpm) ที่มีต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เช่น ความชื้นของผลิตภัณฑ์ ความหนาแน่น อัตราส่วนขยายตัว ความสามารถในการดูดซับน้ำ (WAI) ความสามารถในการละลายน้ำ (WSI) ลักษณะเนื้อสัมผัส และสี จากผลการศึกษาพบว่า วัตถุดิบที่มีส่วนประกอบจากถั่ว 5 สีกับลูกเต๋อยสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแบบเอ็กซ์ทรูชันได้เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารขบเคี้ยว หรือผลิตภัณฑ์อาหารเข้า นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เอ็กซ์ทรูเดตที่ได้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด การเพิ่มความเร็วยรอบสกรูส่วนใหญ่มีผลทำให้เอ็กซ์ทรูเดต มีค่าความหนาแน่น ความเป็นสีแดง ความเป็นสีเหลือง และค่าความชื้นลดลง ขณะที่ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำ ค่าความสามารถในการละลายน้ำ และค่า อัตราส่วนขยายตัวเพิ่มสูงขึ้น สภาวะการผลิตที่มีค่าตัวแปร อัตราส่วนน้ำหนักผสมของลูกเต๋อยกับถั่ว เท่ากับ 50:50 และความเร็วยรอบสกรู 550 rpm สามารถใช้ผลิตกับถั่วทุกสูตรได้ แต่วัตถุดิบที่ผลิตจากสูตรที่ผสมถั่วเหลืองมีข้อจำกัดในการนำมาใช้ เนื่องจากมีปริมาณไขมันสูง

**Research Title:** Development of Healthy Snacks from Beans by using Extrusion Process

**Researcher:** 1) Asst. Prof. Dr. Maradee Phongpipatpong

2) Mr. Amnat Kootaku

**Faculty:** Engineering **Department:** Food Engineering

## ABSTRACT

This research was to study the extrusion process for producing healthy snack and to investigate the effect of processing parameters on the characteristics of 5 colors beans extrudates. The parameters included the bean (red bean, soy bean, green bean, black bean and white bean) and job's tear: bean ratio (30:70,50:50,70:30) and the screw speed (450,550 rpm). Single screw was used to carry on the experiments. The extrudate characteristics (moisture content , density, expansion ratio , water absorption index (WAI) , water solubility index (WSI) ,textural characteristic and color) were analyzed. It was found that an increase in screw speed result in a decrease in extrudate's density, redness, yellowness and moisture content, but an increase in water absorption index(WAI), water solubility index (WSI) and expansion ratio. The processing condition of job's tear : bean ratio at 50:50 and screw speed 550 rpm was found to be the optimum condition for all beans. However, the feed with soy bean had some limitation in usage due to its fat content, and only 30% of soy bean can be mixed with job's tear.

## กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบังที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

และขอขอบคุณบุคลากรในสาขาวิชาวิศวกรรมอาหารที่เอื้อเฟื้อและให้การสนับสนุนการวิจัยจน  
สามารถปฏิบัติงานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี

## สารบัญ

	หน้า
ปกใน	i
บทคัดย่อ	ii
Abstract	iii
กิตติกรรมประกาศ	iv
สารบัญ	v
สารบัญภาพ	viii
สารบัญตาราง	ix
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	3
2.1 กระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน (Extrusion process)	3
2.1.1 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน	3
2.1.2 ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์	7
2.1.3 ข้อได้เปรียบของกระบวนการผลิตแบบเอ็กซ์ทรูชัน	8
2.1.4 ผลของกระบวนการผลิตแบบเอ็กซ์ทรูชันต่อผลิตภัณฑ์	8
2.2 ัญชาติ	9
2.2.1 ถั่วแดง	11
2.2.2 ถั่วเหลือง	12

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.3 ถั่วเขียว	13
2.2.4 ถั่วดำ	14
2.2.5 ถั่วขาว	15
2.2.6 ลูกเดือย	12
2.3 ความหนืด (Viscosity)	18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย	22
3.1 การเตรียมวัตถุดิบ	22
3.2 ขั้นตอนการผลิตแบบเอ็กซ์ทรูชั่น	22
3.3 การวิเคราะห์คุณลักษณะของเอ็กซ์ทรูเดต	23
3.3.1 ค่าความชื้น (Moisture Content)	23
3.3.2 ความหนาแน่น (Bulk Density)	23
3.3.3 ความสามารถในการดูดซับน้ำ (Water Absorption Index, WAI) และความสามารถในการละลายน้ำ (Water Solubility Index, WSI)	23
3.3.4 อัตราส่วนการขยายของผลิตภัณฑ์ (Expansion Ratio, ER)	24
3.3.5 ลักษณะเนื้อสัมผัส	24
3.3.6 สี	25
3.4 การวางแผนการทดลอง	25
3.4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables)	25
3.4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables)	25
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	26
บทที่ 4 ผลการวิจัย	27

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เอ็กซ์ทรูเดท	27
4.2 ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Moisture content)	28
4.3 ความหนาแน่นรวม (Bulk Density)	29
4.4 ค่าอัตราการขยายตัว (Expansion ratio)	29
4.5 ค่าอัตราการดูดซับน้ำ (WAI)	30
4.6 ค่าอัตราการละลายน้ำ (WSI)	31
4.7 ค่าความแข็ง (Hardness)	32
4.8 ค่าความกรอบ (Crispness)	33
4.9 ค่าความเหนียว	34
4.10 ค่าความเป็นสี	34
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	36
5.1 สรุปผลการทดลอง	36
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	37
เอกสารอ้างอิง	38

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ถั่วแดง	10
ภาพที่ 2.2 ถั่วเหลือง	12
ภาพที่ 2.3 ถั่วเขียว	13
ภาพที่ 2.4 ถั่วดำ	14
ภาพที่ 2.5 ถั่วขาว	15
ภาพที่ 2.6 ลูกเดือย	16
ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA	19
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทดลอง	22
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุบดผสมของถั่วแต่ละชนิดกับปริมาณความชื้นของเอ็กซ์ทราคต	28
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุบดผสมของถั่วแต่ละชนิดกับความหนาแน่นรวม	29
ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุบดผสมของถั่วแต่ละชนิดกับอัตราการขยายตัว	30
ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุบดผสมของถั่วแต่ละชนิดกับอัตราการดูดซับน้ำ	31
ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุบดผสมของถั่วแต่ละชนิดกับอัตราการละลายน้ำ	32
ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุบดผสมของถั่วแต่ละชนิดกับค่าความแข็ง	33
ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุบดผสมของถั่วแต่ละชนิดกับค่าความกรอบ	33
ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุบดผสมของถั่วแต่ละชนิดกับค่าความเหนียว	34

## สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 2.1	สถานะการทำงานของเครื่องเอ็กซ์ทราเตอร์แบบต่างๆ	6
ตารางที่ 2.2	คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเมล็ดแห้ง	9
ตารางที่ 2.3	ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของถั่ว 5 สีและลูกเดือย (ปริมาณต่อ 100 กรัม)	18
ตารางที่ 4.1	คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เอ็กซ์ทราเตอร์	27
ตารางที่ 4.2	ค่าความเป็นสีของผลิตภัณฑ์เอ็กซ์ทราเตอร์	35