

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตอาหารเข้าธัญชาติเสริมรำข้าวด้วยเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์แบบสกรูเดี่ยว การทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การศึกษาการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการหมักในรำข้าว เพื่อนำรำข้าวนั้นมาเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตอาหารธัญชาติเสริมรำข้าว ส่วนที่ 2 ศึกษาการพัฒนาสูตรและสภาวะที่เหมาะสมของการเดินเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์สำหรับผลิตอาหารเข้าธัญชาติเสริมรำข้าว

การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการหมักในรำข้าวได้ใช้การให้ความร้อนกับรำข้าวด้วยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ อุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรล (120 130 และ 140 องศาเซลเซียส) และความเร็วรอบของสกรู (150 200 และ 250 รอบต่อนาที) กำหนดให้อุณหภูมิโซน 1 และ 2 เป็น 100 และ 130 องศาเซลเซียส อัตราการป้อนวัตถุดิบ 50 รอบต่อนาที จากการทดลอง พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิโซน 3 และความเร็วรอบสกรู ทำให้ค่า L^* ของรำข้าวลดลง ส่วนความชื้นของรำข้าวลดลงเมื่ออุณหภูมิโซน 3 เพิ่มขึ้น ปริมาณกรดไขมันอิสระในรำข้าวที่ผ่านกระบวนการเอกซ์ทรูชันไม่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บเป็นเวลา 7 วัน ในขณะที่กรดไขมันอิสระในรำข้าวสดมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ จากการทดลองพบว่าสภาวะการเดินเครื่องที่เหมาะสมที่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการหมักในรำข้าว คือ อุณหภูมิโซน 3 เท่ากับ 120 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบของสกรู เท่ากับ 150 รอบต่อนาที

ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรอาหารเข้าธัญชาติผสมรำข้าว ได้ใช้ส่วนผสมของแป้งข้าวโพดกับปลายข้าวหอมมะลิบด (อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) เป็นส่วนผสมพื้นฐาน ในการศึกษาปริมาณรำข้าวบดที่เหมาะสม พบว่า สามารถเสริมรำข้าวบดได้ 10% Thai RDI หรือประมาณร้อยละ 34 โดยน้ำหนัก เมื่อคำนวณเทียบกับปริมาณเส้นใยอาหารที่มีอยู่ในรำข้าว ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อน ความหนาแน่นต่ำ พองกรอบ ค่าดัชนีการกลายน้ำตาล และดัชนีการดูดซับน้ำสูง การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมอยู่ในระดับเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย จากการศึกษาปริมาณแก้วกัมเพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่าการเติมแก้วกัมร้อยละ 7 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสดี พองกรอบ ความชื้นและความหนาแน่นต่ำ และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากนั้นศึกษาปริมาณผงโกโก้ที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงคุณลักษณะด้านสี กลิ่น และรสชาติ พบว่า การเติมผงโกโก้ 4 กรัมต่อส่วนผสม 100 กรัม ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสี และรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิมในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

เมื่อนำผลิตภัณฑ์อาหารเข้าธัญชาติผสมรำข้าวสูตรที่ดีที่สุดมาศึกษาสภาวะการผลิตที่เหมาะสมโดยวางแผนการทดลองแบบ Central Composite Design (CCD) กำหนดปัจจัยหลักที่มีผล

ต่อคุณภาพของอาหารเข้าธัญชาติ 3 ปัจจัยได้แก่ ความเร็วของการป้อนวัตถุดิบ (ช่วง 30-60 รอบต่อนาที) ความเร็วรอบของสกรู (ช่วง 150-250 รอบต่อนาที) และอุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรล (ช่วง 150-180 องศาเซลเซียส) พบว่าสถานะที่เหมาะสมในการผลิตคือ ความเร็วของการป้อนวัตถุดิบ 60 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของสกรู 250 รอบต่อนาทีและอุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรล 150 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะพองกรอบ และเนื้อสัมผัสดี เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม โดยคุณภาพทางประสาทสัมผัสอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

ผลิตภัณฑ์อาหารเข้าธัญชาติผสมรำข้าวที่ได้จากการพัฒนามีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้นร้อยละ 4.94 โปรตีนร้อยละ 5.60 ไขมันร้อยละ 9.43 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 75.60 เส้นใยร้อยละ 3.90 และเส้นใยร้อยละ 0.55 รวมทั้งยังมีเส้นใยอาหารทั้งหมด (total dietary fiber) ร้อยละ 16.98 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ หรือประมาณ 20.36% Thai RDI หรือประมาณ 5 กรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (30 กรัม) ซึ่งสามารถแยกได้เป็นเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber) ร้อยละ 9.91 และเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber) ร้อยละ 7.07 ผลิตภัณฑ์อาหารเข้าธัญชาติผสมรำข้าวนี้ถือได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเส้นใยอาหารสูง (high fiber breakfast cereal) ส่วนการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา พบในผลิตภัณฑ์ น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อการบริโภค

The objective of this research was to develop a rice bran fortified breakfast cereal by a single screw extruder. The research was divided into 2 sections. The first section was emphasized on the inhibition of enzymes caused rancidity in rice bran in order to use it as a raw material of the breakfast cereal. The second part was to develop the optimal formula of rice bran mixed breakfast cereal and the optimal operating conditions of the extruder.

For rancid enzyme inhibition, the rice bran was heated by a single screw extruder. Zone 3-barrel temperature (120, 130 and 140°C) and screw speed (150, 200 and 250 rpm) were studied while the feeding screw speed, zone 1- and 2-barrel temperatures were fixed at 50 rpm, 100°C and 130°C, respectively. The results showed that the L* value of extruded rice bran decreased while the barrel temperature and screw speed increased. In addition, the rice bran moisture contents also decreased with the increasing of zone 3-temperature. The free fatty acid content in extruded rice bran stored at room temperature for 7 days was not changed while that of raw bran increased during storage. The optimum operating conditions to inactivate rancid enzymes was 120°C zone 3-barrel temperature and 150 rpm screw speed.

For rice bran mixed breakfast cereal development, the mixture of corn flour and ground broken rice at the weight ratio of 1:1 was used as a based mixture. The optimum amount of ground rice bran added into the mixture was studied. It was found that the optimum amount of rice bran was 10% Thai RDI or equivalent to 34% by weight base on the amount of dietary fiber in rice bran. The products had light brown color, low density, crispy texture, low water solubility index and high water absorption index with the consumers' acceptance of neither like nor dislike to like slightly. To improve the breakfast cereal quality, guar gum had been used. The optimum amount of guar gum was 7%by weight. The products had good appearance, crispy texture, low moisture and density with the panelists' acceptance of neither like nor dislike to like slightly. Cocoa powder was also used to enhance the eating qualities of the products. It was found that the optimum amount of cocoa powder was 4 g/100 g of mixture. The color and taste of products were accepted by the consumers within the range of like slightly to like moderately.

Finally, the optimal operating condition of extrusion was study using a Central Composite Design (CCD). The effects of the 3 main factors: feed rate (30-60 rpm), screw speed (150-250 rpm) and zone 3- barrel temperature (150-180°C), on the product qualities were investigated. The optimum operating condition was 60 rpm feed rate, 250 rpm screw speed and zone 3- barrel temperature of 150°C. The products had crispy texture and good appearance with like moderately to like very much acceptance.

The chemical compositions of breakfast cereal fortified with rice bran were 4.94% moisture content, 5.60% protein, 9.43% fat, 75.60% carbohydrate, 3.90% ash and 0.55% fiber. The amount of total dietary fiber was 16.98% (9.91% soluble and 7.07% insoluble dietary fibers) which was equivalent to 20.36% Thai RDI or 5 g per serving size (30 g). Therefore, this product can be claimed as a high fiber breakfast cereal. For the microbiological analysis, the numbers of total microorganisms, yeast and mold were less than 10 cfu/g which was within the safe level.