การผลิตอาหารขบเคี้ยวจากแป้งข้าวกล้อง โดยใช้เครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์

Production of Snack from Brown Rice Flour by Using the Village Texturizer

สมชาย ประภาวัต

Somchai Prabhavat

ABSTRACT

Seven formulae (formula 1 – 7) of snack food were produced from brown rice flour; brown rice flour containing full fat soy flour and defatted sesame flour by using the village texturizer. The average score from sensory evaluation of seven different products in terms of color, flavor, texture and overall acceptability showed that brown rice snack formula 6 (prepared from brown rice flour adding 40.5% full fat soy flour and 4.5% defatted sesame flour by weight) and 7 (prepared from 45.0% full fat soy flour and 5.0% defatted sesame flour by weight) were accepted in the level of like moderately when comparing to the other samples ($p < 0.05$). The accepted brown rice snack formula 7 was coated with 8 and 10% barbecue flavor by weight. The result from sensory evaluation showed that brown rice snack formula 7 coated with 8% and 10% barbecue flavor by weight are not different in terms of color, odor, taste, texture and acceptability ($p > 0.05$) and the scores trend to the level of like very much. The protein and fat contents of the accepted brown rice snack formula 7 coated with 8% barbecue flavor were 13.42 and 24.00% on dried weight basis, respectively, while the protein and fat contents of brown rice snack formula 1 coated with 8% barbecue flavor were 4.90 and 21.20% on dried weight basis, respectively. The protein quality of the accepted brown rice snack formula 7 coated with 8% barbecue flavor showed higher chemical score of lysine 95% compare to 58% brown rice snack formular 1 coated with 8% barbecue flavor. The increasing of protein and essential amino acid lysine content in the accepted brown rice snack formula 7 coated with 8% barbecue flavor were due to the added full fat soy flour and defatted sesame flour, which were rich in protein especially full fat soy flour whose protein was rich in essential amino acid lysine content.

Key words : brown rice snack, brown rice flour, full fat soy flour, defatted sesame flour, village texturizer

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900.

Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Bangkok 10900. Thailand.

บทคัดย่อ

อาหารขบเคี้ยวจากข้าวกล้อง 7 สูตร (สูตรที่ 1 – 7) เตรียมได้จากแป้งข้าวกล้อง แป้งข้าวกล้องผสมด้วยแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มและแป้งงาพร่องไขมัน โดยใช้เครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ ผลจากการทดสอบความชอบในการบริโภคโดยทางประสาทสัมผัสของอาหารขบเคี้ยวจากข้าวกล้อง 7 สูตร ในเรื่องสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับในการบริโภค ปรากฏว่าอาหารขบเคี้ยวจากข้าวกล้องสูตรที่ 6 (ทำจากแป้งข้าวกล้องผสมแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม แป้งงาพร่องไขมัน ร้อยละ 40.5 และ 4.5 โดยน้ำหนักตามลำดับ) และสูตรที่ 7 (ทำจากแป้งข้าวกล้องผสมแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม และแป้งงาพร่องไขมันร้อยละ 45 และ 5 โดยน้ำหนักตามลำดับ) เป็นที่ยอมรับจากผู้ชิมดีที่สุด โดยมีคะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารขบเคี้ยวจากข้าวกล้องสูตรที่เหลือ($p < 0.05$) เมื่อนำเอาอาหารขบเคี้ยวจากข้าวกล้องสูตรที่ 7 มาปรุงแต่งรสชาติโดยเคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8และ 10 โดยน้ำหนักตามลำดับ และทดสอบความชอบในการบริโภคโดยประสาทสัมผัส ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างในเรื่อง สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และการยอมรับในการบริโภค ($p > 0.05$) และคะแนนมีแนวโน้มไปทางระดับชอบมาก ปริมาณโปรตีนและไขมันของอาหารขบเคี้ยวจากข้าวกล้องสูตรที่ 7 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิว ร้อยละ 8 เท่ากับร้อยละ 13.42 และ 24.00 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ เปรียบเทียบกับโปรตีนและไขมันของอาหารขบเคี้ยวจากข้าวกล้องสูตรที่ 1 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก เท่ากับร้อยละ 4.90 และ 21.20 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ คุณภาพโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวจากข้าวกล้องสูตรที่ 7 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 มีคุณภาพของโปรตีนดีขึ้นคือมีค่า chemical score ของกรดอะมิโน ไลซีนร้อยละ 95 เปรียบเทียบกับ chemical score ของกรดอะมิโนไลซีนของโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 1 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 เท่ากับร้อยละ 58 สาเหตุที่ทำให้อาหารขบเคี้ยวจากข้าวกล้องสูตรที่ 7 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 ซึ่งยอมรับในการบริโภค มีปริมาณของโปรตีนและกรดอะมิโนไลซีนสูงขึ้น เนื่องมาจากแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม และแป้งงาพร่องไขมัน ซึ่งมีปริมาณของโปรตีนสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มที่มีโปรตีน ซึ่งมีปริมาณของกรดอะมิโนไลซีนสูง ที่เติมลงในแป้งข้าวกล้องก่อนทำเป็นอาหารขบเคี้ยวสูตรดังกล่าว

คำนำ

อาหารขบเคี้ยวเป็นผลิตภัณฑ์ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นอาหารที่รับประทานง่ายซื้อได้ทั่วไปและราคาไม่แพง โดยนิยมรับประทานในระหว่างมื้ออาหารหรือบางครั้งในช่วงเวลารีบด่วนอาจรับประทานเป็นอาหารมื้อหนึ่ง ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการพัฒนาอาหารขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เพื่อให้อาหารขบเคี้ยวนี้สามารถใช้เป็นอาหารเสริมได้โดยการเพิ่มสารอาหารเข้าไปในอาหารขบเคี้ยว และอาหารขบเคี้ยวที่ได้ต้องมีราคาถูกด้วย โดยทำจากข้าวกล้องเสริมโปรตีน และพัฒนาคุณภาพโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวที่ได้ด้วยการใช้ข้าวกล้องร่วมกับถั่วเหลืองและงาเป็นส่วนประกอบหลัก คนไทยนิยมบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้าวที่ถูกขัดสีหลายครั้ง จนเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวและจมูกข้าวอันเป็นส่วนที่มีคุณค่าทางอาหารสูงเป็นประโยชน์ต่อร่างกายหลุดออกไปเหลือแต่เนื้อสีขาวส่วนในของเมล็ด สำหรับข้าวกล้อง (brown rice) นั้น เป็นข้าวที่ขัดสีเปลือก (แกลบ) ออก โดยยังมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่ มีลักษณะเป็นเมล็ดสีน้ำตาลอ่อนประกอบไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ ที่สำคัญต่อร่างกายหลายชนิด เช่น วิตามินบี 1 บี 2 เหล็ก ฟอสฟอรัส แคลเซี่ยม ทองแดง ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเส้นใยอาหาร แต่คนส่วนใหญ่ไม่นิยมบริโภคข้าวกล้องที่เป็นเมล็ดข้าวสุก เนื่องจากหุงสุกยากและเมื่อเคี้ยว จะให้ความรู้สึกแข็งกระด้าง ข้าวกล้องมีปริมาณโปรตีนและไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 7.1 – 13.1 และ 1.8 – 4.0 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ ส่วนถั่วเหลืองและงา มีปริมาณโปรตีน

ร้อยละ 37.9 และ 21.2 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ และมีปริมาณไขมันร้อยละ 19.7 และ 54.7 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ (กองโภชนาการ, 2530; Juliano, 1980; Bressani and Elias, 1974) คุณภาพโปรตีนของข้าวกล้องยังขาดกรดอะมิโนไลซีนแต่มีปริมาณของกรดอะมิโนเมทธิโอนิน + ซิสตินสูง ส่วนคุณภาพโปรตีนของถั่วเหลืองมีปริมาณกรดอะมิโนไลซีนสูง แต่ขาดกรดอะมิโนเมทธิโอนิน+ซิสติน และงามีโปรตีนซึ่งมีปริมาณของกรดอะมิโนเมทธิโอนิน + ซิสตินสูง (กองโภชนาการ, 2533; Juliano, 1980; Bressani and Elias, 1974) ถ้าได้นำธัญชาติ เช่น ข้าวกล้องร่วมกับถั่วเหลืองและงามาใช้ทำอาหารขบเคี้ยว จะทำให้คุณภาพของโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวมีความสมบูรณ์มากขึ้น (Cheman *et al.*, 1992) เครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ (Village texturizer) เป็นเครื่องมือที่พัฒนาโดย Meals for Millions Foundation เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นโปรตีนจากพืชในระดับหมู่บ้าน การขยายตัวของ dough โดยการลดแรงกดดันอย่างทันที ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ซึ่งมีเนื้อสัมผัสเป็นรูพรุน และกรอบหลังจากตากแห้งแล้ว (สมชาย, 2532) Prabhavat *et al.* (1990) ได้ศึกษาการทำอาหารขบเคี้ยวจากแป้งข้าวโพด โดยใช้เครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ปรากฏว่าอาหารขบเคี้ยวทำจากแป้งข้าวโพดเสริมด้วยแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มในปริมาณร้อยละ 30 และ 35 โดยน้ำหนักได้รับการยอมรับในการบริโภคจากผู้ชิมดีที่สุด นอกจากนั้น Prabhavat *et al.* (1995) ได้ทดลองทำอาหารขบเคี้ยวจากแป้งมันเทศโดยใช้เครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ปรากฏว่าอาหารขบเคี้ยวทำจากแป้งมันเทศเสริมด้วยแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก แป้งข้าวเจ้าหรือแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 20 โดยน้ำหนักได้รับการยอมรับในการบริโภคจากผู้ชิมดีที่สุด ต่อมา Prabhavat *et al.* (1996) ได้ทดลองการทำอาหารขบเคี้ยวจากแป้งเมล็ดฝ้ายไร้ต่อม ปรากฏว่าอาหารขบเคี้ยวทำจากแป้งเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมเสริมด้วยแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม แป้งถั่วเขียว แป้งงาพร่องไขมัน แป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 30, 10, 5, 2.5 และ 2.5 โดยน้ำหนักตามลำดับได้รับการยอมรับในการบริโภคจากผู้ชิมดีที่สุด

จุดมุ่งหมายในการวิจัยนี้ก็เพื่อจะพัฒนาอาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงราคาถูกจากแป้งข้าวกล้องโดยการปรับปรุงคุณภาพโปรตีนด้วยการเสริมด้วยแป้งจากถั่วเหลืองและงาและใช้เครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ในการผลิตให้ได้ผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นที่ยอมรับในการบริโภค ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวกล้อง โดยการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น เพราะในปัจจุบันนี้การบริโภคข้าวกล้องส่วนใหญ่มักรับประทานโดยการหุงตามปกติ และมีการนำเอาข้าวกล้องมาบดให้ละเอียดเป็นแป้งข้าวกล้อง ซึ่งใช้เป็นอาหารเสริมแก่เด็กที่มีอายุ 4 – 6 เดือนขึ้นไปหรือใช้เป็นส่วนผสมในการทำขนมต่าง ๆ เป็นต้น จากการที่ได้นำแป้งข้าวกล้องมาพัฒนาทำเป็นอาหารขบเคี้ยว ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคทางด้านโภชนาการในทุกระดับอายุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประชาชนในชนบทและเผยแพร่เทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์นี้เข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตอาหารขบเคี้ยวในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมแป้ง (flour) จากข้าวกล้อง ถั่วเหลือง และงา

ชั่งเมล็ดข้าวกล้องเมล็ดถั่วเหลืองและเมล็ดงาขาวที่คัดเลือกแล้วอย่างละ 4 กก. นำมาแยกล้างน้ำ 4 ครั้ง จนสะอาดแล้วแยกตากแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 50° – 60° ซ เป็นเวลา 10, 10 และ 5 ชั่วโมงตามลำดับ นำเมล็ดถั่วเหลืองตากแห้งที่ได้มากะเทาะออกเป็น 2 ซีกด้วยเครื่องบดที่ใช้มือหมุนแล้วแยกเปลือกออกโดยการฝัดด้วยกระด้ง ได้เมล็ดถั่วเหลืองผ่าซีก นำเมล็ดงาขาวตากแห้งมาบีบน้ำมันออก 5 ครั้ง โดยใช้เครื่องไฮดรอลิคเพรสที่แรงบีบอัด 10 – 11 เมตริกตันได้เมล็ดงาขาวบีบน้ำมัน นำเมล็ดข้าวกล้องตากแห้ง เมล็ดถั่วเหลืองผ่าซีก และเมล็ดงาขาวบีบน้ำมันมาแยกบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด (pin mill) ได้แป้งข้าวกล้อง แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มและแป้งงาพร่องไขมันซึ่งมีความละเอียด 80 เมช

(mesh) แล้วแยกบรรจุในถุงโพลี่เอทธิลีนผนึกแน่น

นำแป้งแต่ละชนิดดังกล่าวมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณของกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย (องค์ประกอบทางเคมีวิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตามวิธีของ A.O.A.C (1984) และปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายวิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข)

2. การเตรียมแป้งผสม

ส่วนประกอบของแป้งข้าวกล้องทั้ง 7 สูตร (สูตรที่ 1 – 7) ได้แสดงไว้ใน Table 3 นำแป้งข้าวกล้องแต่ละสูตรมาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันในถุงโพลี่เอทธิลีนเป็นเวลา 3 นาที ให้ได้แป้งในแต่ละสูตรเท่ากับ 600 กรัม

3. การผลิตอาหารขบเคี้ยว

นำแป้งข้าวกล้องสูตรที่ 1 – 7 หนักสูตรละ 600 กรัม แต่ละสูตรใส่ลงในเครื่องผสม (Kenwood mixer) แล้วชั่งน้ำตาลทราย 24 กรัม และเกลือ 7.2 กรัม ละลายในน้ำ 180 มล. เปิดเครื่องผสมแล้วใส่สารละลายที่เตรียมไว้ลงในเครื่องผสมสูตรละ 180 มล. แล้วผสมให้เข้ากันดีในเครื่องผสมเป็นเวลา 3 นาที จนกระทั่งได้ส่วนผสมทั้งหมดของแต่ละสูตรเป็นเนื้อเดียวกัน ปั้นด้วยมือให้เป็นก้อนกลม แล้วแบ่งออกเป็นก้อนเล็ก ๆ ก้อนละ 10 กรัม ปั้นให้เป็นก้อนกลม กดให้แบนแล้วนำไปใส่ในเบ้าของเครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ อุณหภูมิของเบ้าและฝากดอยู่ในช่วง 160° – 170° ซ แล้วกดฝาลงในเบ้าด้วยแรงกดดัน 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 – 15 วินาที แล้วจึงเปิดฝาเบ้าได้อาหารขบเคี้ยวที่มีความชื้นเท่ากับร้อยละ 30 ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นกลมพองฟู นำไปตัดให้เป็นชิ้นขนาด 5 × 1 ซม. แล้วตากแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 50° – 60° ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ได้อาหารขบเคี้ยวจากข้าวกล้องเป็นชิ้นคล้ายริบบิ้นมีเนื้อสัมผัสที่กรอบและพองฟูทำจากแป้งข้าวกล้อง 7 สูตร (สูตรที่ 1 – 7) แล้วบรรจุในถุงโพลี่เอทธิลีนผนึกแน่น

4. การทดสอบการยอมรับโดยประสาทสัมผัส (Organoleptic evaluation)

นำตัวอย่างอาหารขบเคี้ยวทำจากแป้งข้าวกล้อง 7 สูตร (สูตรที่ 1 –7) มาทดสอบความชอบในการบริโภคทางประสาทสัมผัสต่อลักษณะปรากฏต่าง ๆ ในเรื่อง สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบในการบริโภคโดยใช้ผู้ชิม 15 คน ซึ่งเป็นนิสิตปีที่ 4 วิชาเอกวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒประสานมิตร แล้วให้คะแนนความชอบด้วยวิธี hedonic scale คือ คะแนน 9 = ชอบมากที่สุด และคะแนน 1 = ไม่ชอบที่สุด และหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ANOVA และ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

นำตัวอย่างอาหารขบเคี้ยวทำจากแป้งข้าวกล้องหนัก 200 กรัม ซึ่งเป็นที่ยอมรับในการบริโภคของผู้ชิมในเกณฑ์ดีที่สุด มาเคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 และ 10 โดยน้ำหนัก (อัตราส่วนของอาหารขบเคี้ยว : น้ำมันถั่วเหลือง : กลิ่นรสบาบีคิว เท่ากับ 10 : 1 : 0.8 และ 10 : 1 : 1 โดยน้ำหนักตามลำดับ) ในหม้อเคลือบแปดเหลี่ยมซึ่งหมุนได้รอบตัวและพ่นลมร้อนลงไปเพื่อให้อาหารขบเคี้ยวที่เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวแล้วแห้ง บรรจุในถุงโพลี่เอทธิลีน ผนึกแน่น แล้วนำไปทดสอบความชอบในการบริโภคทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการดังกล่าวข้างต้นโดยใช้ผู้ชิมชุดเดียวกัน จำนวน 15 คน

5. การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

นำตัวอย่างอาหารขบเคี้ยวทำจากแป้งข้าวกล้องเคลือบกลิ่นรสบาบีคิวที่ยอมรับในการบริโภคจากผู้ชิมในเกณฑ์ที่ดีที่สุดไปหาองค์ประกอบทางเคมีวิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตามวิธีของ A.O.A.C (1984) และปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายวิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ผลและวิจารณ์

ปริมาณโปรตีนของแป้งข้าวกล้อง แป้ง

ถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มและแป้งงาพร่องไขมันเท่ากับร้อยละ 9.66, 45.19 และ 36.96 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ และมีปริมาณไขมันร้อยละ 3.20, 23.69 และ 38.15 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ (Table 1) คุณภาพโปรตีนของแป้งข้าวกล้องและแป้งงาพร่องไขมันขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายได้แก่ ไลซีน โดยมี chemical score ร้อยละ 60 และ 46 ตามลำดับ และมีปริมาณกรดอะมิโนเมทธิโอนิน + ซิสตินสูง โดยมี chemical score เท่ากับร้อยละ 117 และ 143 ตามลำดับ ส่วนคุณภาพโปรตีนของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มขาดกรดอะมิโน เมทธิโอนิน + ซิสติน โดยมี chemical score เท่ากับร้อยละ 69 และมีปริมาณของกรดอะมิโนไลซีนสูงโดยมี chemical score เท่ากับร้อยละ 104 (Table 2) ส่วนประกอบของแป้งข้าวกล้อง และแป้งข้าวกล้อง

Table 1 Chemical composition of various kinds of flours.

Chemical composition (% Dry weight)	Brown rice flour (BRF)	Full fat soy flour (FFSF)	Defatted sesame flour (DFSF)
Moisture	1.94	7.11	4.09
Fat	3.20	23.69	38.15
Protein	9.66	45.19	36.96
Ash	1.98	7.26	5.08
Crude fiber	1.12	2.01	4.95
Carbohydrate	84.04	21.85	14.86
Energy, cal/100 gram	404	481	551

Table 2 Essential amino acid composition of various kinds of flours and FAO/WHO standard.

Essential amino acid	Amino acid, mg/gm of protein of			FAO/WHO[3]
	Brown rice flour (BRF)	Full fat soy flour (FFSF)	Defatted sesame flour (DFSF)	
Isoleucine	36	35	30	40
Leucine	68	70	62	70
Lysine	33 (60)[2]	57 (104)[1]	25 (46)[2]	55
Methionine + Cystine	41 (117)[1]	24 (69)[2]	50 (143)[1]	35
Phenylalanine + Tyrosine	60	82	77	60
Threonine	40	37	34	40
Tryptophan	13	16	16	10
Valine	47	37	38	50

1 (-) Chemical score (in parenthesis)

$$= \frac{\text{amino acid content in protein of flour} \times 100}{\text{amino acid content in FAO/WHO standard}}$$

2 (-) Limiting amino acid with chemical score

3 Source : Food Composition Table for Use in East Asia (FAO, 1972).

ผสมรวม 7 สูตร ได้แสดงไว้ใน Table 3 โดยมีสูตรที่ 1 ใช้แป้งข้าวกล้องแต่เพียงอย่างเดียว และสูตรที่เหลืออีก 6 สูตร เป็นแป้งข้าวกล้องผสมโดยที่แป้งผสมดังกล่าวใช้แป้งข้าวกล้องผสมกับแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มและแป้งงาพร่องไขมันเพื่อปรับปรุงปริมาณโปรตีนในแป้งผสมให้สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มมีปริมาณของกรดอะมิโนไลซีนสูง จึงเป็นการเพิ่มปริมาณของกรดอะมิโนไลซีนในแป้งข้าวกล้องผสมที่ได้ให้สูงขึ้น ทำให้คุณภาพโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวที่ทำจากแป้งข้าวกล้องผสมที่ได้ดีกว่าคุณภาพโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวที่ทำจากแป้งข้าวกล้องแต่เพียงอย่างเดียว นอกจากนั้นการใช้แป้งข้าวกล้องร่วมกับแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม และแป้งงาพร่องไขมันก็เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของอาหารขบเคี้ยวให้มีความกรอบนุ่ม พองฟูมากขึ้น ตลอดจนทำให้สีดีขึ้นและน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น

ผลการทดสอบโดยประสาทสัมผัสต่อลักษณะต่าง ๆ ของอาหารขบเคี้ยวที่ทำจากแป้งข้าวกล้องทั้ง 7 สูตร ในเรื่อง สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับในการบริโภคได้แสดงไว้ใน Table 4 ปรากฏว่าอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 6 และ 7 เป็นที่ยอมรับในการบริโภคต่อลักษณะปรากฏต่าง ๆ ดังกล่าวจากผู้ชิมดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารขบเคี้ยวสูตรที่เหลือ ($p < 0.05$) โดยมีแนวโน้มระดับชอบปานกลาง

ผลการทดสอบโดยประสาทสัมผัสต่อลักษณะต่าง ๆ ของอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 7 ทำจากแป้งข้าวกล้องผสม ซึ่งเป็นที่ยอมรับในการบริโภคดีที่สุด

Table 3 Composition of composite flour formula 1 – 7.

Formula	Composition, %		
	BRF	FFSF	DFSF
1	100.0	-	-
2	90.0	9.0	1.0
3	80.0	18.0	2.0
4	70.0	27.0	3.0
5	60.0	36.0	4.0
6	55.0	40.5	4.5
7	50.0	45.0	5.0

Table 4 Organoleptic evaluation of brown rice snacks formula 1 – 7.

Characteristics	Brown rice snack formula						
	1	2	3	4	5	6	7
Color	3.27^{e}	4.40^{d}	5.80^{c}	6.13^{bc}	6.33^{ab}	6.87^{a}	6.80^{a}
Flavor	4.20^{e}	4.40^{cd}	4.93^{bc}	5.53^{a}	5.26^{ab}	5.20^{abc}	5.73^{a}
Texture	2.07^{e}	3.33^{d}	3.93^{cd}	4.87^{bc}	5.00^{b}	5.87^{ab}	6.47^{a}
Acceptability	2.60^{f}	3.53^{e}	4.80^{cd}	5.33^{bc}	5.33^{bc}	5.93^{ab}	6.20^{a}

The figures on the same row with the same letter are not different ($p > 0.05$).

นำมาเคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 และ 10 โดยน้ำหนักตามลำดับ ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างในเรื่องสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับในการบริโภค ($p > 0.05$) โดยมีแนวโน้มระดับชอบมาก (Table 5)

ปริมาณโปรตีนและไขมันของอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 7 (ทำจากแป้งข้าวกล้องผสม) เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นที่ยอมรับในการบริโภคดีที่สุด เท่ากับร้อยละ 13.42 และ 24.00 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ เปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนและไขมันของอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 1 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ซึ่งทำจากแป้งข้าวกล้องแต่เพียงอย่างเดียวเท่ากับร้อยละ 4.90 และ 21.20 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ (Table 6) คุณภาพโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 7 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 ทำจากแป้งข้าวกล้องผสมมีคุณภาพของโปรตีนดีขึ้นโดยมี chemical score ของกรด อะมิโนไลซีนเท่ากับร้อยละ 95 เปรียบเทียบกับ chemical score ของกรดอะมิโนไลซีนของโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 1 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 ทำจากแป้งข้าวกล้องแต่เพียงอย่างเดียวเท่ากับร้อยละ 58 (Table 7) ซึ่งมีสาเหตุเนื่องมาจากการเสริมโปรตีนโดยการเติมแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มและแป้งงาพร่องไขมันร้อยละ 45.00 และ 5.00

Table 5 Organoleptic evaluation of brown rice snacks formula 7 coated with 8% and 10% of barbecue flavor.

Characteristics	Brown rice snack formula 7 coated with	
	8% barbecue flavor	10% barbecue flavor
Color	7.27[a]	7.20[a]
Odor	5.27[b]	6.40[a]
Taste	7.06[a]	7.06[a]
Texture	6.60[a]	7.07[a]
Acceptability	6.67[a]	7.20[a]

The figures on the same row with the same letter are not different ($p > 0.05$).

Table 6 Chemical composition of the accepted brown rice snack formula 7 (coated with 8% barbecue flavor) compared with brown rice snack formula 1 (made from brown rice flour alone) coated with 8% barbecue flavor.

Chemical composition	Coated barbecue brown rice snack formula	
(% dry weight)	1	7
Moisture	4.50	4.37
Fat	21.20	24.00
Protein	4.90	13.42
Ash	1.98	4.20
Crude fiber	0.32	0.47
Carbohydrate	71.60	57.89
Energy, cal/100 gram	497	501

Table 7 Essential amino acid composition of the accepted coated barbecue brown rice snack formula 7 compared with the coated barbecue brown rice snack formula number 1 and FAO/WHO standard.

Essential amino acid	Amino acid mg/gm of protein of		FAO/WHO[3]
	Coated barbecue brown rice snack formula 1	Coated barbecue brown rice snack formula 7	
Isoleucine	35	36	40
Leucine	65	71	70
Lysine	32(58)[2]	52(95)[2]	55
Methionine + Cystine	41 (117)[1]	30 (86)[1]	35
Phenylalanine + Tyrosine	60	80	60
Threonine	40	38	40
Tryptophan	12	16	10
Valine	45	40	50

1 (-) Chemical score (in parenthesis)

$$= \frac{\text{amino acid content in protein of snack} \times 100}{\text{amino acid content in FAO/WHO standard}}$$

2 (-) Limiting amino acid with chemical score

3 Source : Food Composition Table for Use in East Asia (FAO, 1972)

โดยน้ำหนักตามลำดับลงในแป้งข้าวกล้องก่อนทำเป็นอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 7 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ซึ่งแป้งทั้งสองดังกล่าวที่เติมลงไปมีปริมาณของโปรตีนสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มมีปริมาณของกรดอะมิโนไลซีนสูง ดังนั้นแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มและแป้งงาพร่องไขมันสามารถใช้เสริมปริมาณและคุณภาพของโปรตีนในอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 7 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 ให้สูงขึ้นและทำให้สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ของอาหารขบเคี้ยวดังกล่าวดีขึ้นจนเป็นที่ยอมรับในการบริโภคสูงสุด ดังกล่าวข้างต้น

ลักษณะปรากฏของอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 7 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ซึ่งยอมรับในการบริโภคดีที่สุดทำจากแป้งข้าวกล้องผสมแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม และแป้งงาพร่อง ไขมันร้อยละ 45 และ 5 โดยน้ำหนักตามลำดับมีลักษณะเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าบาง ๆ ขนาด 5 × 1 ซม. มี สีน้ำตาลอ่อนได้กลิ่นรสบาบีคิวพอดีและมีรสหวานมันเค็มพอดี มีเนื้อสัมผัสที่กรอบนุ่มและพองฟูดีมาก ซึ่งดีกว่าอาหารขบเคี้ยวจากแป้งข้าวกล้องผสมทั้ง 6 สูตรที่เหลือโดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 1 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ที่ทำจากแป้งข้าวกล้องแต่เพียงอย่างเดียว มีปัญหาในเรื่องสีเหลืองซีดมีกลิ่นแป้งข้าวกล้องแรงและมีรสมันเค็ม ไม่มีรสหวานและมีเนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้างไม่กรอบและไม่พองตัว ดังนั้นการเติมแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มและแป้งงาพร่องไขมันลงไปแทนแป้งข้าวกล้องในบางส่วน ก่อนทำเป็นอาหารขบเคี้ยวในปริมาณร้อยละ 45 และ 5 โดยน้ำหนักตามลำดับ จะช่วยทำให้สี กลิ่นรส ดีขึ้นและเนื้อสัมผัสของความอาหารขบเคี้ยวมีความกรอบพองฟูมากขึ้น มีสีเหลืองเข้มขึ้นและกลิ่นแป้งข้าวกล้องลดน้อยลงตามปริมาณของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม

และแป้งงาพร่องไขมันที่เติมลงไปในแป้งข้าวกล้องก่อนทำเป็นอาหารขบเคี้ยว

สรุป

ผลจากการทำอาหารขบเคี้ยวจากแป้งข้าวกล้อง 7 สูตร (สูตรที่ 1 – 7) โดยใช้เครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ ปรากฏว่าอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 7 ทำจากแป้งข้าวกล้องผสมแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม และแป้งงาพร่องไขมันร้อยละ 45 และ 5 โดยน้ำหนักตามลำดับ และเคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 โดยน้ำหนักเป็นที่ยอมรับในการบริโภคเป็นอย่างดีจากผู้ชิมสูงสุดต่อลักษณะต่าง ๆ ในเรื่องสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและการยอมรับในการบริโภค มีปริมาณโปรตีนและไขมันเท่ากับร้อยละ 13.42 และ 24.00 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ เปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนและไขมันของอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 1 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ทำจากแป้งข้าวกล้องล้วนเท่ากับร้อยละ 4.90 และ 21.20 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ คุณภาพโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 7 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ที่ทำจากแป้งข้าวกล้องเสริมโปรตีนด้วยแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มและแป้งงาพร่องไขมันร้อยละ 45 และ 5 โดยน้ำหนักตามลำดับ มีคุณภาพของโปรตีนดีขึ้นโดยมีค่า chemical score ของกรดอะมิโนไลซีนร้อยละ 95 เปรียบเทียบกับอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 1 เคลือบกลิ่นรสบาบีคิวร้อยละ 8 โดยน้ำหนักที่ทำจากแป้งข้าวกล้องล้วนเท่ากับร้อยละ 58 จากการทดลองนี้สรุปได้ว่าแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม และแป้งงาพร่องไขมันเป็นแหล่งของโปรตีนราคาถูกซึ่งสามารถใช้เสริมเข้าไปในแป้งข้าวกล้องก่อนทำเป็นอาหารขบเคี้ยว เพื่อให้ได้อาหารขบเคี้ยวที่มีปริมาณและคุณภาพของโปรตีนสูงขึ้น และทำให้สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสดีขึ้นจนเป็นที่ยอมรับของผู้ชิมสูงกว่าอาหารขบเคี้ยวสูตรที่เหลือ ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ของข้าวกล้องให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ในอุตสาหกรรมการทำอาหารขบเคี้ยวในอนาคตเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวกล้องให้มากขึ้น โดยการนำมาทำเป็นอาหารขบเคี้ยวซึ่งเป็นที่ยอมรับในการบริโภคทำให้ประชาชนไทยได้มีโอกาสบริโภคอาหารขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีราคาถูก อันจะเป็นประโยชน์แก่สุขภาพของประชาชนไทยเป็นส่วนรวม

เอกสารอ้างอิง

กองโภชนาการ. 2530. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กรมอนามัย. 48 น.

กองโภชนาการ. 2533. ตารางแสดงชนิดและปริมาณกรดอะมิโนในอาหารไทย. กรมอนามัย. 39 น.

สมชาย ประภาวัต. 2532. ผลของความชื้นของแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มและอุณหภูมิของเครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ต่อการทำเกษตรโปรตีน, น. 363 – 373. *ใน* รายงานผลการวิจัยในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 27 สาขาวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และอุตสาหกรรมเกษตร ร่วมกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 30 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์ 2532. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists. The William Byrd Press, Inc. Arlington. Verginia. 1141 p.

Bressani, R. and L.G. Elias. 1974. Legume foods, pp. 230 – 297. *In* A.M. Altschul (ed.). New Protein Foods. Volume 1 A. Technology. Academic Press. New York and London.

Cheman, Y.B., N.B.A.K. Mohamad, and T.K. Tan. 1992. Evaluation of flour high – protein rice – soy snack formulations. J. Fd. Sci. Technol. 27 : 715 – 719.

FAO. 1972. Food Composition Table for Use in East Asia. FAO and US. Department of Health, Education and Welfare. U.S. Government Printing

Office. USA. 334 p.

Juliano, B.O. 1980. Properties of the rice caryopsis, pp. 403 – 438. *In* B.S. Luh (ed.). Rice : Production and utilization. The AVI Publishing Company, INC. Westport, Connecticut.

Prabhavat, S., D. Hengswadi, and T. Lohana. 1996. Production of high protein snack from defatted glandless cottonseed flour. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 30 : 400 – 408.

Prabhavat, S., W. Mesomya, and P.Tangkanakul. 1990. Production of protein fortified corn snacks by village texturizer. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 24 : 253 – 260.

Prabhavat, S., S. Reungmaneepaitoon, and D.Hengsawadi. 1995. Production of high protein snacks from sweet potato. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 29 : 131 – 141.

วันรับเรื่อง : 2 ธ.ค. 41
วันรับตีพิมพ์ : 14 พ.ค. 42