

การพัฒนาอาหารว่างพลังงานต่ำจากข้าวกล้อง โดยเครื่องเอ็กสทรูเดอร์สกรูคู่

Development of Low Calorie, Unpolished Rice Snacks using Laboratory Twin Screw Extruder

เนตรนภิส วัฒนสุชาติ เพลินใจ ตังคณะกุล และประชา บุญญสิริกุล

Nednapis Vatanasuchart, Plernchai Tangkanakul, and Pracha Boonyasirikool

ABSTRACT

High fiber, low calorie snack products from unpolished rice, processed by Hermann Berstorff Laboratory Co-rotating Twin Screw Extruder ZE 25x33D was studied. Puffed unpolished rice was mixed with roasted peanut, sesame seed or sunflower seed, or pumpkin, corn or mungbean flake, and shaped using gel binder. The result of 9-hedonic evaluation showed that puffed unpolished rice mixed with corn flake, had higher scores of appearance, odor, taste and acceptability than other formulas. However, scores of all formulas were rather low according to hard crispy texture of 100% unpolished rice. To obtain better characteristics, 25% polished rice was added to unpolished rice and the texture became soft crispyness with acceptability more than other proportions. Chemical analysis showed that puffed rice mixed with mungbean flake contained the lowest calorie contents of 56.9 kcal/ 15 gram serving size and fiber content at 6 percent while sesame seed mixed with unpolished rice had the highest fiber content of 8.5 percent. For shelf life study, it was indicated that during 4 to 6 months storage at 26-27°C, 65%RH, peroxide value (PV) of hulled rice mixed with peanut or corn flake, packed in four layers laminating bags were not changed. But PV of sample with peanut packed in two plastic bags (polypropylene, PP) for 4 months was increased from 2.38 to 13.7 meq/kg, when kept until 6 months it was increased to 19.07 meq/kg. At the period of 6 months, corn flake mixed with unpolished rice showed lower changes of PV than peanut formula in either type of packagings. Moreover those formulas packed in laminated bags had PV and moisture contents lower than packed in PP bags.

Key words : puffed unpolished rice snacks, low calorie, twin screw extruder

บทคัดย่อ

ได้ทำการวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างพลังงานต่ำโยอาหารสูงจากข้าวกล้องฟองกรอบโดยเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สกรูชนิดหมุนตามกันผสมกับงาคั่วและถั่วลิสงคั่ว หรือเมล็ดทานตะวันหรือ ฟักทองหรือข้าวโพด หรือถั่วเขียว โดยใช้สารช่วยเกาะติดเมื่อประเมินผลการทดสอบประสาทสัมผัส 9-hedonic scale แสดงให้เห็นว่าข้าวกล้องฟองกรอบสูตรผสมข้าวโพด ได้คะแนน ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และการยอมรับสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ แต่คะแนนคุณลักษณะของอาหารว่างจากข้าวกล้องทั้ง 6 ยังอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากข้าวกล้อง 100% มีเนื้อสัมผัสที่กรอบแข็งเพื่อพัฒนาคุณลักษณะให้ดีขึ้นพบว่าข้าวกล้องผสมกับข้าวสารร้อยละ 25 มีลักษณะกรอบนุ่มและการยอมรับสูงกว่าอัตราส่วนอื่นๆ ผลวิเคราะห์ทางเคมีแสดงให้เห็นว่า ข้าวกล้องฟองกรอบผสมถั่วเขียวมีพลังงานต่ำสุดเท่ากับ 56.9 แคลอรีต่อ 15 กรัม และมีโยอาหารร้อยละ 6 รองจากข้าวกล้องฟองกรอบสูตรผสมงา ซึ่งมีโยอาหารสูงสุดร้อยละ 8.5 จากการทดสอบอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-26°C ความชื้นสัมพัทธ์ 65% พบว่าในระยะ 4-6 เดือน ข้าวกล้องผสมถั่วลิสง และผสมข้าวโพดบรรจุถุงแบบลามิเนต 4 ชั้น มีค่า peroxide value (PV) ไม่เปลี่ยนแปลง แต่เมื่อบรรจุในถุงพลาสติกชนิด polypropylene(PP) 2 ชั้นในช่วง 4 เดือน ค่า PV ของตัวอย่างผสมถั่วลิสงเพิ่มขึ้นจาก 2.38 เป็น 13.7 meq/kg และเมื่อเก็บนานถึง 6 เดือน เพิ่มขึ้นเป็น 19.07 meq/kg และยังพบว่าข้าวกล้องผสมข้าวโพดมีการเปลี่ยนแปลงค่า PV ต่ำกว่าข้าวกล้องผสมถั่วลิสง และตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา ข้าวกล้องทั้ง 2 สูตรที่บรรจุถุงแบบลามิเนต 4 ชั้น มีค่า PV และปริมาณความชื้นต่ำกว่า เมื่อบรรจุถุง PP 2 ชั้น

บทนำ

ในปัจจุบันอาหารเพื่อสุขภาพเริ่มเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากคนไทยให้ความสนใจสุขภาพร่างกายของตนเองมากขึ้น จึงหันมาบำรุงรักษาสุขภาพให้แข็งแรงอยู่เสมอด้วยการเลือกรับประทานอาหารที่ถูกหลักโภชนาการ อาหารเพื่อสุขภาพเป็นผลผลิตมาจากวิทยาศาสตร์การแพทย์และเทคโนโลยีด้านอาหารสมัยใหม่ มีผลการวิจัยยืนยันเป็นหลักฐาน โดยเฉพาะด้านคุณค่าอาหารประโยชน์ที่ร่างกายพึงได้รับและผลต่อการป้องกันโรคต่างๆ เช่น อาหารพลังงาน/ไขมันต่ำ ซึ่งอาจเน้นในรูปแบบไม่มี คอเลสเตอรอล ไม่มีน้ำตาล ไม่มีเกลือ และอาหารพลังงานต่ำโยอาหารสูง ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีวางขายอย่างแพร่หลายตามซูเปอร์มาร์เก็ตทั่วไป เช่น ผลิตภัณฑ์นม, ผลิตภัณฑ์อาหารจากนมแช่เยือกแข็ง, ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่, น้ำสลัดเข้มข้น, มาร์การีน และอื่นๆ (Friedman and Dornblaser, 1991; Kroskey, 1990) Lloyd et al., 1993 ได้สำรวจเรื่องทัศนคติและความเชื่อต่ออาหารพลังงานต่ำของชาวอังกฤษ พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่คุ้นเคยกับข้อกำหนดที่แนะนำให้รับประทานไขมันลดลงและได้ปฏิบัติตาม โดยเลือกอาหารที่เสริมสุขภาพอนามัยและที่มีปริมาณไขมันต่ำ อาหารพลังงานต่ำสามารถผลิตได้โดยการลดไขมันและน้ำตาลที่เป็นส่วนผสมของอาหาร หรืออาจใช้สารทดแทนน้ำตาล เช่น fructose syrup, aspartame และ saccharin หรืออาจใช้สารทดแทนไขมัน เช่น simplesse และ olestra รวมทั้งการใช้เทคนิคบางอย่างช่วยให้พลังงานอาหารลดลง (Anonymous, 1986; Institute of Food Technology, 1990)

ธัญชาติเป็นผลผลิตทางการเกษตรของไทย มีคุณค่าอาหารสูงเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต ที่สำคัญคือเป็นแหล่งของวิตามิน B₁ โดยเฉพาะข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผ่านการขัดสี ข้าวสารเมื่อผ่านการขัดสีแล้วจะสูญเสีย

วิตามิน B₁, B₂ และ niacin ไปถึงร้อยละ 72, 29 และ 58 ตามลำดับ (กองโภชนาการ, 2530) ส่วนใยอาหาร หรือ dietary fiber ในข้าวกล้องก็มีสูงกว่าข้าวสารไม่ขัดสีถึง 3 เท่า เนื่องจากเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของคนไม่สามารถย่อยใยอาหารได้ จึงไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย และสามารถช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานดีขึ้น ใยอาหารพวก pectin และ guar gum มีผลช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานและลดระดับคอเลสเตอรอล ในผู้ป่วย hypercholesterolemia (Albert and Mendeloff, 1975)

ปัจจุบันกระบวนการผลิตอาหารแบบ extrusion cooking เป็นกรรมวิธีหนึ่งที่ถูกนิยมนำใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ประเภทอาหารขบเคี้ยว (snack foods) และอาหารเช้าประเภทธัญชาติ (breakfast cereals) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะพองตัว (degree of expansion) มีความกรอบ (crispness) และความหนาแน่นต่ำ (low density) วัตถุดิบที่เหมาะสมกับกรรมวิธีนี้ควรมีองค์ประกอบของแป้งในปริมาณสูง ได้แก่ ธัญชาติต่างๆ (ข้าวโพด ข้าวเจ้า) พืชหัว และแป้ง (ประยูร, 2537) ฉะนั้น การวิจัยเรื่องนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการผลิตอาหารว่างขบเคี้ยวพลังงานต่ำใยอาหารสูงจากข้าวกล้องทั้งเมล็ด โดยเครื่องเอ็กสทรูเดอร์ รวมทั้งวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ทดสอบการยอมรับ และการเก็บรักษา โดยระบบสุญญากาศ

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวสารกล้อง และข้าวสารเจ้า เป็นธัญชาติที่ใช้เป็นส่วนผสมหลัก เมล็ดถั่วลิสง งาและเมล็ดทานตะวัน ใช้ทั้งเมล็ดโดยผ่านการคั่วให้สุกและหอม ก่อนนำมาใช้ ได้คัดเลือกชนิดพืชผัก ถั่ว และธัญชาติ เพื่อใช้เป็นส่วนผสมช่วยเพิ่มสีและรสชาติได้แก่ผักทอง ถั่วเขียว และข้าวโพด เติร์มโดยต้มให้สุก และผ่านการทำให้แห้งด้วยเครื่อง drum dryer และได้ทดสอบ

ชนิดของ binding agents ที่เหมาะสมในการยึดเกาะเมล็ดข้าวกล้องพอง และพบว่า oxidized starch ชื่อ perfectamyl T_{20x} มีประสิทธิภาพการติดเกาะได้แน่นกว่าเจลชนิดอื่นๆ และการกระจายตัวของเจลได้ทั่วเมล็ดข้าว โดยเตรียม perfectamyl T_{20x} ที่ความเข้มข้นประมาณ 6% ผสมกับข้าวกล้องพองที่เตรียมได้จากกระบวนการเอ็กสทรูชัน น้ำหนักประมาณ 200 กรัม เมื่อผสมรวมกับเมล็ดพืชหรือผักช่วยเพิ่มรสชาติแล้ว น้ำหนักส่วนผสมที่ได้แสดงตาม Table 1 ได้พัฒนาสูตรอาหารว่างจากข้าวกล้องโดยผสมข้าวสารเต็มเมล็ดเชื่อมคาร์บอนेट วิตามินเกลือแร่ผสมรวมทั้งคอร์นกริต (corngrit) ดังแสดงใน Table 2 เพื่อทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ในด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับ โดยผู้ชิมจำนวน 20 คน ให้คะแนนแบบ hedonic scale กำหนดคะแนนระหว่าง 1-9 ประเมินผลการทดสอบการยอมรับโดย ANOVA และ Duncan's Multiple Range Test รวมทั้งวิเคราะห์ proximate composition ใยอาหาร (dietary fiber) ค่า peroxide เพื่อศึกษาความหืนและปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาตัวอย่างอาหารที่พัฒนาขึ้น (AOAC, 1990; Sullivan and Carpenter, 1993)

ทดสอบอายุการเก็บรักษาโดยบรรจุในภาชนะบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือถุงพลาสติกชนิด polypropylene หรือ PP 2 ชั้น ความหนา 23 และ 25 ไมครอน และแบบลามิเนต (lamination) ประกอบด้วย 4 ชั้น คือ biaxially oriented polypropylene (OPP), polyethylene (PE), aluminium foil, และ linear low density polyethylene (LLDPE) มีความหนา 20, 20, 8, และ 30 ไมครอน ตามลำดับ บรรจุด้วยเครื่อง vacuum seal เก็บตัวอย่าง ทั้งหมดในห้องที่มีอุณหภูมิ 26-27°C. ความชื้นสัมพัทธ์ 65% เก็บรักษาไว้นาน 6 เดือน ทดสอบอายุการเก็บรักษาที่ 0, 4, และ 6 เดือน

Table 1 Ingredients and perfectamyl T_{20x} for low calorie rice snacks.

Ingredients	Formula (in grams)					
	1	2	3	4	5	6
Main ingredients						
Extruded unpolished rice ¹	170	170	170	180	180	180
Roasted peanut	20	—	—	—	—	—
Sunflower seed	—	20	—	—	—	—
Pumpkin flake	—	—	—	10	—	—
Corn flake	—	—	—	—	10	—
Mungbean flake	—	—	—	—	—	10
Roasted sesame seed	10	10	30	10	10	10
Binding agents						
Perfectamyl T _{20x}	3	3	3	3	3	3
Water	50	50	50	50	50	50

¹ Prepared as formula 1 in Table 2

Table 2 Ingredients of extruded polished or unpolished rice.

Ingredients	Formula (in grams)					
	1	2	3	4	5	6
Ground unpolished rice	5,000	5,000	3,750	2,500	5,000	5,000
Ground polished rice	-	-	1,250	2,500	-	-
Calcium carbonate	175	175	-	130	150	90
Corn grit	-	250	-	-	-	150

สถานะของเครื่อง extruder สกรูคู่ชนิดหมุนตามกัน

35, 40, 55, 115, 145, 165,

Model : Hermann Berstorff Lab, the Twin Screw

131, 125

Extruder ZE 25x33D

Product temperature : 150°C.

อัตราการป้อนส่วนผสม : ประมาณ 17 กก. / ชม หรือ

(melt temperature)

283 กรัม / นาที

ความเร็วรอบของสกรู : 350 rpm (รอบต่อนาที)

อุณหภูมิที่บาริลต่างๆ : H₁, H₂, H₃, H₄, H₅, H₆, H₇,

อัตราการป้อนน้ำเข้าไปผสม : 11.5 กรัม/นาที คิดเป็น

H₉ (°C)

4% ของน้ำหนักวัตถุดิบ

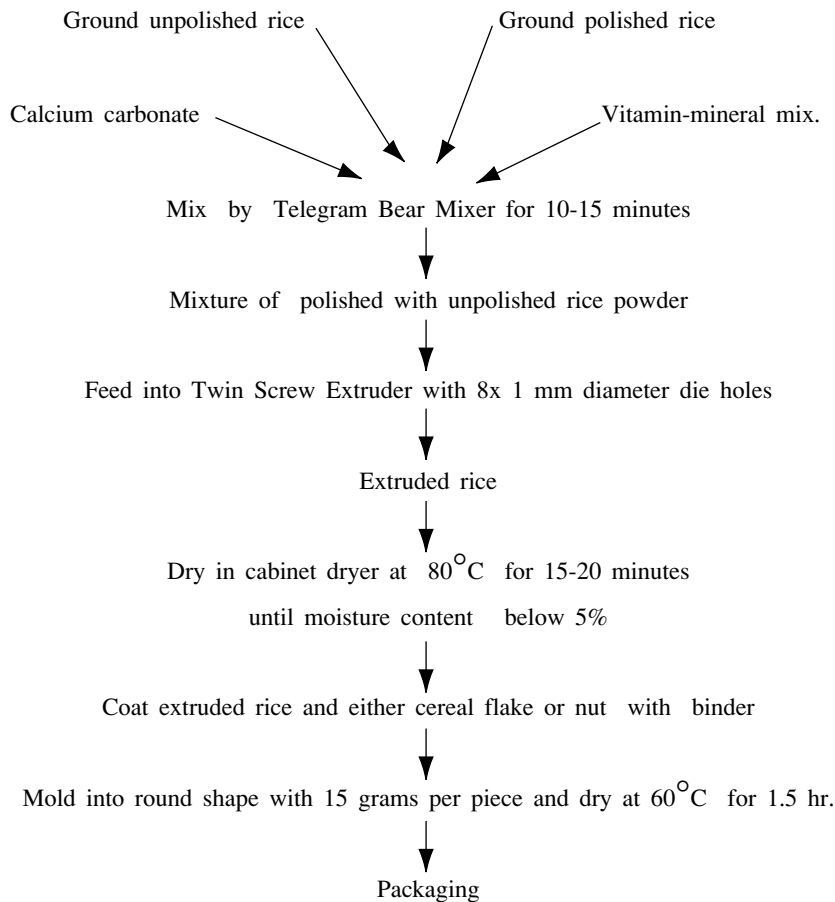


Figure 1 Process for polished mixed with unpolished puffed rice by extrusion cooking.

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาพัฒนาการเตรียมข้าวกล้องพองกรอบด้วยเครื่องเอ็กสทรูเดอร์ และนำมาผสมเมล็ดถั่วลิสง (สูตร 1) เมล็ดทานตะวัน (สูตร 2) งา (สูตร 3) ฟักทอง (สูตร 4) ข้าวโพด (สูตร 5) ถั่วเขียว (สูตร 6) ผลการทดสอบโดยใช้วิธีประสาทสัมผัส (Table 3) พบว่าอาหารว่างจากข้าวกล้องพองกรอบทั้ง 6 สูตรที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส และการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากข้าวกล้อง 100% ที่ใช้เตรียม ขณะที่สีและรสชาติ

ของบางตัวอย่างมีความแตกต่างทางสถิติ เพราะได้ผสมเมล็ดพืชและผักบางชนิด ตัวอย่างข้าวกล้องพองผสมถั่วลิสงได้คะแนนสูงสุดเท่ากับ 6.8 และพบว่าไม่มีความแตกต่างจากข้าวกล้องผสมงา และผสมข้าวโพด และตัวอย่างข้าวกล้องผสมข้าวโพดก็ได้คะแนนรสชาติสูงสุดเท่ากับ 6.1 ซึ่งไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) กับตัวอย่างที่ผสม เมล็ดทานตะวัน งา และฟักทอง จะเห็นได้ว่าสูตรผสมข้าวโพดมีคะแนนลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และการยอมรับ สูงกว่าสูตรอื่นๆ และโดยรวมพบว่าคะแนนรสชาติและการยอมรับของอาหารว่างจากข้าวกล้อง ทั้ง 6 สูตร

ยังอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำมีคะแนนรสชาติระหว่าง 5.3-6.1 (เฉยๆ - ชอบเล็กน้อย) และการยอมรับระหว่าง 5.4-5.9 ใกล้เคียงกัน เนื่องจากข้าวกล้องมีเนื้อสัมผัสที่กรอบแข็งไม่นุ่มนวลนัก และยังไม่ได้เคลือบกลิ่นและรสชาติ เช่น วานิลลา หรืออื่นๆ

เพื่อพัฒนาให้ข้าวกล้องพองมีเนื้อสัมผัสกรอบนุ่มขึ้น จึงได้เติมข้าวสารในสัดส่วนต่างๆ ตาม Table 4 ในปริมาณ 25% และ 50% ผลที่ได้พบว่าทั้ง 4 สูตรมีคะแนนลักษณะปรากฏ กลิ่นและรสชาติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งได้ผลในการทำองเดียวกับข้าวกล้อง 100% ใน Table 3 เมื่อเติมข้าวสาร 25% และ 50% จะไม่พบความแตกต่างของสีอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่การเติมข้าวสาร 25% จะได้รับคะแนนรสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับ สูงมากกว่าสูตรอื่นๆ ดังนั้นการผสมข้าวสารเข้าไป 25% จึงเป็นสูตรที่น่าเป็นไปได้ที่สุดที่ควรผลิตเพื่อเป็นอาหารว่างจากธัญชาติพลังงานต่ำ เนื่องจากผลการเอ็กซ์ทราดข้าวกล้องหอมมะลิ 100% เพียงอย่างเดียวจะทำให้ได้ข้าวกล้องพอง มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็งและไม่สม่ำเสมอ รูอากาศโตมีขนาดใหญ่บ้างเล็กบ้าง และผนังเซลล์หนา ข้าวกล้องซึ่งประกอบด้วยส่วน

เปลือกนอกที่เป็นเส้นใยมิเซลลูโลสที่แข็ง มักจะไม่แตกแยก หรือย่อยสลายในระหว่างการอัดพอง (Guy, 1993) นอกจากนี้ส่วนเปลือกนอกของข้าวกล้องยังมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ เมื่ออบแล้วอาจกระจายไม่ทั่วและมีขนาดแตกต่างกัน จึงเป็นเหตุทำให้ข้าวกล้องพองได้ดีไม่เท่าข้าวสารบด ดังนั้นข้าวกล้องผสมด้วยข้าวสารบดร้อยละ 25 และ 50 โดยน้ำหนัก จึงมีลักษณะการพองออกมาดี และกรอบเบานุ่มกว่าสูตรอื่นๆ ที่ไม่มีข้าวสารผสม ส่วนสูตรที่เติมคอร์นกรีตหรือข้าวโพดหยาบจะช่วยให้การพองตัวดี มีเนื้อสัมผัสกรอบนุ่มและสีสวย ขณะที่เติมแคลเซียมคาร์บอเนตเพิ่มประมาณ 2-3.5% นั้น จะไปช่วยให้เกิดฟองอากาศเล็กๆ จำนวนมาก ถ้าเติมในปริมาณที่เหมาะสมเนื้อสัมผัสของข้าวกล้องจะพองและกรอบนุ่ม บางสูตรมีการเติมวิตามินเกลือแร่ผสมเพื่อช่วยเสริมสารอาหารทำให้ข้าวกล้องพองกรอบมีคุณค่าโภชนาการสูงขึ้น แต่กลับพบว่าข้าวกล้องผสมวิตามินเกลือแร่มีการพองน้อยลง และมีรสชาติเค็มขึ้น จึงไม่เลือกสูตรผสมวิตามินเกลือแร่มาทดสอบการยอมรับโดยวิธีประสาทสัมผัส

Table 3 Scores from sensory evaluation of extruded unpolished rice snacks¹.

Characteristics	Formula of unpolished rice snacks ²					
	1	2	3	4	5	6
Appearance	6.5	6.1	6.4	6.5	6.7	6.2
Color	6.8 ^a	5.8 ^c	6.6 ^{ab}	6.0 ^{bc}	6.2 ^{abc}	5.8 ^c
Odor	5.8	5.7	5.3	5.5	5.8	5.3
Taste	5.3 ^b	5.8 ^{ab}	5.6 ^{ab}	5.6 ^{ab}	6.1 ^a	5.4 ^b
Texture	6.6	6.0	6.4	6.2	6.4	6.6
Acceptability	5.6	5.4	5.5	5.6	5.9	5.4

¹ Prepared as formula 1 in Table 2

² Refer to formula in Table 1

In a row, means followed by same superscripts are not different (p>0.05).

Table 4 Scores from sensory evaluation of extruded polished mixed with unpolished rice snacks¹.

Characteristics	Percentage of unpolished rice ²			
	50%	75%	100%	100%+corngrit
Appearance	6.8	6.9	6.7	6.6
Color	7.5 ^b	7.5 ^b	7.0 ^a	7.0 ^a
Odor	6.5	6.7	6.5	6.5
Taste	6.6	6.8	6.6	6.5
Texture	6.2 ^a	6.9 ^b	5.9 ^a	6.1 ^a
Acceptability	6.2 ^a	6.9 ^b	5.8 ^a	6.2 ^a

¹ In a row, means followed by same superscripts are not different ($p>0.05$).

² Refer to Table 2 : Formula 4 = 50% unpolished rice mixed with 50% polished rice
 Formula 3 = 75% unpolished rice mixed with 25% polished rice
 Formula 1 = 100% unpolished rice
 Formula 6 = 100% unpolished rice mixed with corngrit

จาก Table 5 แสดงให้เห็นว่า ข้าวกล้องพอง 100% ผสมถั่วลิสง เมล็ดทานตะวัน หรืองา มีปริมาณพลังงานและไขมันสูงกว่าสูตรผสมฟักทอง ข้าวโพด หรือถั่วเขียว เนื่องจากถั่วลิสง เมล็ดทานตะวัน และงา เป็นเมล็ดพืชน้ำมันที่นิยมนำมาสกัดน้ำมันเพื่อใช้ปรุงอาหาร ข้าวกล้องพองผสมงา มีไขมันสูงกว่าสูตรอื่นๆ มีปริมาณมากถึงร้อยละ 8.5 รองลงมาคือสูตรถั่วเขียว ขณะที่สูตรข้าวโพดมีไขมันต่ำสุดเพียงร้อยละ 4 อย่างไรก็ตาม ข้าวกล้องพองกรอบก็ถือเป็นอาหารที่มีไขมันสูง เมื่อเปรียบเทียบกับผักและผลไม้ อาหารว่างจากข้าวกล้องสูตรพลังงานต่ำที่พัฒนาขึ้นทั้ง 6 สูตร มีพลังงานระหว่าง 56.9-62.2 แคลอรีต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (15 กรัม) แต่ถ้าใช้ข้าวสารผสมข้าวกล้อง ก็จะทำให้พลังงานอาหารต่ำลงแต่ปริมาณไขมันอาหารก็จะต่ำลงด้วย (Table 6)

เมื่อทดสอบอายุการเก็บรักษา อาหารว่างจากข้าวกล้องพองกรอบสูตรผสมถั่วลิสง และผสมข้าวโพดที่มีคะแนนยอมรับเฉลี่ยสูงสุดแสดงใน Table 7 ระหว่างการเก็บรักษา ตัวอย่างเป็นระยะเวลา 0, 4,

และ 6 เดือน พบว่า ข้าวกล้องผสมถั่วลิสงที่บรรจุในถุงแบบลามิเนต 4 ชั้น และแบบ PP 2 ชั้น มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นน้อยมากในช่วง 4 เดือนแรก เมื่อเก็บครบ 6 เดือน ความชื้นของข้าวกล้องผสมถั่วลิสงที่บรรจุแบบ PP มีความชื้นเพิ่มขึ้นเกือบเป็น 2 เท่าของ 4 เดือน และเพิ่มขึ้นมากกว่าตัวอย่างที่บรรจุแบบลามิเนต ส่วนข้าวกล้องผสมข้าวโพดที่บรรจุแบบลามิเนต มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นคล้ายกับข้าวกล้องผสมถั่วลิสงตลอดช่วงเวลา 6 เดือน จะเห็นได้ว่า การใช้บรรจุภัณฑ์ชนิด PP 2 ชั้น มีผลทำให้ตัวอย่างข้าวกล้องดูดซับความชื้นได้สูงกว่าตัวอย่างในบรรจุภัณฑ์แบบลามิเนต เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ชนิดลามิเนต สามารถกันความชื้นและแก๊สชนิดต่างๆ ได้ดีโดยเฉพาะออกซิเจน และบรรจุภัณฑ์ชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างกว้างขวาง (มยุรี, 2536) โดยเฉพาะสำหรับอาหารว่างประเภทขบเคี้ยวทำให้ผลิตภัณฑ์คงความใหม่และกรอบ ช่วยลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้แก่การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เป็นผลทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าปกติได้

Table 5 Proximate composition per 100 grams.

Compositions (grams)	Formula of unpolished rice snacks					
	1	2	3	4	5	6
Carbohydrate	69.7	65.2	62.4	73.4	73.5	71.3
Fat	10.5	11.8	11.9	5.9	5.9	5.9
Protein	8.3	11.0	10.9	9.0	9.5	9.8
Moisture	5.7	5.6	5.1	5.6	5.6	5.6
Ash	1.5	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5
Dietary fiber	4.3	4.6	8.5	4.6	4.0	6.0
Calorie(kcal)	406.9	411.6	398.5	382.8	385.4	377.3

Table 6 Proximate composition per one serving of 15 grams.

Compositions (grams)	Formula of unpolished rice snacks					
	1	2	3	4	5	6
Carbohydrate	10.5	9.8	9.4	11.0	11.0	10.7
Fat	1.6	1.8	1.8	0.9	0.9	0.9
Protein	1.2	1.7	1.6	1.4	1.4	1.5
Moisture	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Ash	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
Dietary fiber	0.7	0.7	1.3	0.7	0.6	0.9
Calorie (kcal)	61.2	62.2	60.2	57.7	57.7	56.9

Table 7 Chemical changes during storage.

Duration	Lamination 4 layers		PP 2 layers	
	Peroxide value	Moisture	Peroxide value	Moisture
	meq / kg	(%)	meq / kg	(%)
Peanut mixed unpolished rice				
0 month	2.38	6.03	2.38	6.03
4 months	9.55	5.66	13.70	6.53
6 months	9.83	8.31	19.07	11.39
Corn mixed unpolished rice				
0 month	2.38	6.03	2.38	6.03
4 months	9.50	7.90	9.78	7.64
6 months	9.70	8.62	10.19	10.87

ข้าวกล้องผสมถั่วลิสง บรรจุถุงพลาสติกแบบลามิเนต 4 ชั้น ค่า PV จะเปลี่ยนแปลงน้อยมากในช่วง 4-6 เดือน ขณะที่บรรจุแบบ PP 2 ชั้น จะมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 2.38 เป็น 13.7 ในช่วง 4 เดือน และเพิ่มขึ้นเป็น 19.07 เมื่อเก็บนาน 6 เดือน ในทำนองเดียวกันเมื่อบรรจุแบบถุงลามิเนต ข้าวกล้องผสมข้าวโพดมีการเปลี่ยนแปลงค่า PV คล้ายกับข้าวกล้องผสมถั่วลิสงระหว่างการเก็บ 4-6 เดือน และถ้าเปรียบเทียบชนิดของภาชนะบรรจุภัณฑ์จะพบว่าค่า PV ของตัวอย่างบรรจุแบบลามิเนตต่ำกว่าเมื่อบรรจุในถุง PP 2 ชั้น ตลอดช่วงการเก็บรักษา ค่า PV ของข้าวกล้องผสมข้าวโพดที่บรรจุ PP จะต่ำกว่าที่ผสมถั่วลิสง เนื่องจากสูตรผสมถั่วลิสงมีไขมันสูงถึงร้อยละ 10.5 สูงกว่าสูตรข้าวโพดทำให้เห็นได้เร็วกว่าจึงมีค่า peroxide value สูงกว่า ซึ่งการทดสอบนี้สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากถั่วเขียวที่เตรียมจากเครื่องเอ็กซ์ทราคเตอร์สกรูว์ (ประชาและคณะ, 2539) ซึ่งได้ทดสอบอายุการเก็บระยะเวลา 0-3 เดือนที่อุณหภูมิห้อง พบว่าอาหารขบเคี้ยวที่เก็บถุงพลาสติกชนิด biaxially oriented polypropylene (OPP)/metabolized polypropylene (PP) และbiaxially oriented polypropylene (OPP)/metabolized polyester (PET) สามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเหม็นหืนจากไขมันได้ดีกว่าชนิด OPP/PP และสามารถเก็บได้นานถึง 3 เดือนโดยมีค่า PV 20.0 meq/kg เมื่อประเมินผลการยอมรับด้วยวิธีประสาทสัมผัสก็ได้คะแนนความชอบทั้งด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส และการยอมรับในเกณฑ์ดี

สรุป

การพัฒนาอาหารว่างพลังงานต่ำใยอาหารสูงจากข้าวกล้องพองกรอบที่ผลิตโดยเครื่องเอ็กซ์ทราคเตอร์สกรูว์ชนิดหมุนตามกัน เมื่อผสมกับงาคั่ว และ

ถั่วลิสงคั่ว หรือเมล็ดทานตะวัน หรือฟักทอง หรือข้าวโพด หรือถั่วเขียว จะได้ข้าวกล้องพองกรอบที่มีคุณลักษณะเป็นที่ยอมรับได้ ข้าวกล้องพองกรอบสูตรผสมข้าวโพดได้คะแนนคุณลักษณะและการยอมรับสูงสุด และมีปริมาณพลังงาน 57.7 แคลอรี/15 กรัม ขณะที่สูตรผสมถั่วเขียวซึ่งมีคะแนนการยอมรับต่ำกว่าและมีปริมาณพลังงานต่ำสุดเท่ากับ 56.9 แคลอรี/15 กรัม และมีใยอาหารในปริมาณสูงรองจากข้าวกล้องพองกรอบสูตรผสมงา ซึ่งมีใยอาหารสูงสุดเท่ากับ 8.5 กรัม ข้าวกล้องที่ผสมข้าวสารร้อยละ 25 นั้นเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเป็นอาหารว่างพลังงานต่ำใยอาหารสูง และในการวิจัยครั้งต่อไปอาจเติมแต่งกลิ่นรสเพื่อให้รสชาติ และการยอมรับโดยรวมดีขึ้น เมื่อเก็บรักษาในภาชนะบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด พบว่าถุงพลาสติกชนิดลามิเนต 4 ชั้น สามารถกันความชื้นและแก๊สออกซิเจนได้ดีกว่าถุงแบบ PP 2 ชั้น และตัวอย่างที่ผสมข้าวโพดสามารถเก็บรักษาให้คงคุณภาพที่ดีได้นานกว่าสูตรผสมถั่วลิสง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนภายใต้รหัสโครงการ ท-อ 8.38 รวมทั้งคุณมาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์ ซึ่งได้ช่วยเหลืองานวิจัยจนสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กองโภชนาการ กรมอนามัย 2530. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กระทรวงสาธารณสุข กรุงเทพฯ. 7 น.
ประชา บุญญศิริกุล. 2537. บทบาทของเอ็กซ์ทราคเตอร์ที่มีต่ออุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทย.

- วารสารอาหาร 24 : 1-12.
- ประชา บุญญศิริกุล, จุฬาลักษณ์ จารุณช, และ มาฤดี
ผ่องพิพัฒน์พงศ์. 2539. การผลิตอาหารขบเคี้ยว
จากถั่วเขียว โดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สกรูคู่.
วารสารอาหาร 26 : 14-33.
- มยุรี ภาคลำเจียก. 2536. फिल्मพลาสติกที่ใช้ในการ
บรรจุหีบห่ออาหารว่าง. วารสารพลาสติก 10 :
72-75.
- Albert, L. and M.D. Mendeloff. 1975. Dietary fiber.
Nutr. Rev. 33 : 321 - 326.
- Anonymous, 1986. Sweeteners. Food Technology
40 : 112-130.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed.
Association of Official Analytical Chemists.
Arlington, Virginia. 1298 p.
- Friedman, M. and L. Dornblaser. 1991. A dairy free
for all. Prepared Foods New Products Annual
160 : 95-96.
- Guy, R.C.E. 1993. The Technology of Extrusion
Cooking. Blackie Academic Professional,
Bishopbriggs, Glasgow 67 p.
- Institute of Food Technology. 1990. Fat substitute
update. Food Australia 42 : 472-475.
- Kroskey, C.M. 1990. Creating guilt-free bakery
foods. Prepared Foods 159 : 76 - 82.
- Lloyd, H.M., C.M. Paisley, and D.J. Mela. 1993.
Changing to a low fat diet : attitudes and beliefs
of UK consumers. Eur. J. Clin. Nutr. 47 : 361-
373.
- Sullivan, D.M. and D.E. Carpenter. 1993. Proximate
and mineral analysis, and dietary fiber, pp.105-
207. *In* Methods of Analysis for Nutrition
Labeling. Arlington, Virginia.

วันรับเรื่อง : 16 มี.ค. 41

วันรับตีพิมพ์ : 26 พ.ค. 41