

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ขนมขบเคี้ยว (Snack)

ขนมขบเคี้ยวหรืออาหารว่าง หมายถึงอาหารที่รับประทานระหว่างมื้ออาหารหลัก ลักษณะเด่นของขนมขบเคี้ยวในปัจจุบันคือน้ำหนักน้อย รับประทานง่าย นำติดตัวไปในที่ต่าง ๆ ได้สะดวก ขนมขบเคี้ยวจัดเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูง เนื่องจากมีส่วนผสมของคาร์โบไฮเดรตเป็นจำนวนมาก จึงช่วยให้อิ่มท้องได้

แครกเกอร์เป็นขนมขบเคี้ยวชนิดหนึ่งที่นิยมนับรับประทานกันในกลุ่มเด็กและวัยรุ่น มีลักษณะเป็นแผ่นบาง กรอบและผลิตจากแป้งธัญพืชโดยอาจผ่านกรรมวิธีอบหรือทอด ซึ่งแครกเกอร์ส่วนใหญ่เป็นขนมที่มีไขมัน น้ำตาลและเกลือสูง จนก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพซึ่งสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคหรือปริมาณการบริโภค การบริโภคขนมขบเคี้ยวมากเกินไป อาจทำให้เป็นโรคอ้วนซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาสุขภาพ เช่น โรคทางเดินหายใจปิดกั้นและหยุดหายใจขณะหลับ โรคกระดูกและข้อเสื่อม โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง (วรรณา, 2553; ออนไลน์) แครกเกอร์ส่วนใหญ่มีส่วนผสมของเกลือสูง ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับไตและความดันโลหิตสูง นอกจากนี้ในกลุ่มเยาวชนมักมีการบริโภคขนมตามกระแสนิยมจนไม่สนใจการรับประทานอาหารจานหลัก ทำให้เกิดภาวะขาดสารอาหารต่างๆ ที่จำเป็นต่อร่างกาย (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ, 2553; ออนไลน์)

จากข้อเสนอแนวทางการผลิตขนมขบเคี้ยวโดยราชวิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทยและสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดลระบุว่า เด็กอายุ 2-15 ปีโดยเฉลี่ยควรบริโภคอาหารว่างไม่เกินวันละ 2 มื้อ และแต่ละมื้อควรให้พลังงานอยู่ในช่วง 100-150 kcal มีปริมาณไขมันไม่เกิน 2.5 กรัม น้ำตาลไม่เกิน 12 กรัม และโซเดียมไม่เกิน 100 มิลลิกรัม นอกจากนี้แล้ว อาหารว่างมือนั้นควรมีสารอาหารสำคัญอย่างน้อย 2 ชนิด เช่น โปรตีนไม่น้อยกว่า 2.5 กรัม และเกลือแร่โดยเฉพาะแคลเซียมไม่ต่ำกว่า 50 มิลลิกรัม เป็นต้น (เนตรนภิสและคณะ, 2549)

การผลิตแครกเกอร์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพได้รับความสนใจมากในปัจจุบัน Han, et al. (2010) ได้ผลิตแครกเกอร์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพโดยใช้แป้งถั่ว 9 ชนิด ซึ่งทำให้ได้แครกเกอร์ที่มีคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนหลายชนิด เช่น เส้นใยอาหาร สตาร์ชที่มีพลังงานต่ำ (resistance starch) และโอลิโกแซคคาไรด์ นอกจากนี้ยังมีโปรตีนสูง ซึ่งเป็นโปรตีนที่มาจากกรดอะมิโนที่ดี เช่น ไลซีน มีวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญเช่น วิตามินบี โฟเลตและธาตุเหล็ก และยังมีสารต้านอนุมูลอิสระและโพลีฟีนอล ผู้บริโภคที่แพ้งลูเตนสามารถรับประทานแครกเกอร์ชนิดนี้ได้เนื่องจากผลิตจากถั่วที่ไม่มีกลูเตน (gluten

free) นอกจากนี้ถั่วเหล่านี้ยังมีดัชนีไกลซีมิก (glycemic index) ต่ำ ซึ่งมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจและโรคเกี่ยวกับช่องท้อง ดังนั้นการใช้ถั่วในการผลิตขนมขบเคี้ยวจึงมีสถิติสูงขึ้น และมีโอกาสที่จะพัฒนาและแนะนำสู่การเป็นแครกเกอร์เพื่อสุขภาพที่ไม่มีกลูเตนและผลิตจากถั่วหลายๆ ชนิดเป็นส่วนประกอบ

แนวทางอื่นในการผลิตแครกเกอร์เพื่อสุขภาพเช่น การลดปริมาณน้ำมันในแครกเกอร์ ดังงานวิจัยของ Maneerot, et al. (2009) ซึ่งผลิตแครกเกอร์จากข้าว พบว่าการเติมปลาป่นลงในแครกเกอร์ข้าวในปริมาณร้อยละ 5 10 และ 15 ทำให้ลดปริมาณน้ำมันได้ประมาณร้อยละ 10 14 และ 22 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับแครกเกอร์จากข้าวที่ไม่ได้เติมปลาป่น นอกจากนี้ยังพบว่าถ้าใช้อุณหภูมิในการทอดลดลงแต่เวลาในการทอดเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวเพิ่มขึ้น สภาวะที่เหมาะสมในการทอดที่มีผลต่อลักษณะทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากข้าวทอด และมีปริมาณน้ำมันที่ดูดซับในผลิตภัณฑ์น้อยที่สุดคือ แครกเกอร์ข้าวที่มีการเติมปลาป่นร้อยละ 9 และทอดที่อุณหภูมิ 220 °C เป็นเวลา 60 วินาที

ขนมขบเคี้ยวจากข้าวที่เกิดจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มมูลค่าของข้าว และเป็นแนวทางแก้ปัญหาการส่งออกข้าวของประเทศไทย นฤศันส์ (2541)

2.2 ข้าวเหนียวดำ

ข้าวเหนียวดำ (*Oryza sativa* L.) มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Black glutinous rice เป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Gramineae เรียกตามภาษาพื้นเมืองของทางภาคเหนือว่า ข้าวดำ ซึ่งเป็นการเรียกตามลักษณะสีของเมล็ดที่มีสีม่วงดำ หรือแดงดำ (ภาพที่ 2.1) นิยมปลูกมากในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย นอกจากนี้ยังมีปลูกทั่วไปในประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐเวียดนาม อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น และสาธารณรัฐประชาชนจีน พันธุ์ข้าวเหนียวดำมีลักษณะเป็นข้าวพันธุ์ไวแสง และเป็นข้าวเหนียวปลูกได้เฉพาะฤดูนาปี นอกจากนี้ข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองจะมีความสามารถในการทนแล้งและการฟื้นตัวจากแล้งได้ดี ด้านทานต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียว ลักษณะเฉพาะที่แตกต่างไปจากข้าวทั่วไปที่เห็นอย่างชัดเจน คือการปรากฏของสีม่วงบนส่วนต่างๆ ของต้น เช่น กาบใบ แผ่นใบ กลีบดอก เปลือกเมล็ด และเชื้อหุ้มเมล็ด เป็นต้น ความเข้มของสีจะแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะประจำพันธุ์ ข้าวเหนียวดำไรจะมีลักษณะสีม่วงเฉพาะส่วนของเชื้อหุ้มเมล็ดเท่านั้น ในขณะที่ข้าวเหนียวดำนาจะมีสีม่วงปรากฏอยู่ในส่วนอื่นๆ ด้วย นอกจากนี้อาจแบ่งลักษณะประจำพันธุ์ตามสีเชื้อหุ้มเมล็ดโดยเฉพาะข้าวเหนียวดำนาเรียกตามท้องถิ่น คือ ข้าวดำล้วนซึ่งเมล็ดข้าวมีสีม่วงทั้งเมล็ด กับข้าวดำผ่าซึ่งเมล็ดมีสีม่วงเพียงบางส่วน (จิตาภา, 2551) ส่วนประกอบคุณค่าทางอาหารของข้าวเหนียวดำแสดงดังตารางที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ข้าวเหนียวดำ

ที่มา: ดวงกมล (2550)

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบคุณค่าทางอาหารของข้าวเหนียวดำ

ส่วนประกอบ	ปริมาณ	
พลังงาน	355	กิโลแคลอรี
ความชื้น	13.4	กรัม
โปรตีน	8.3	กรัม
ไขมัน	3.2	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	73.2	กรัม
เส้นใย	0.5	กรัม
แคลเซียม	21	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	305	มิลลิกรัม
เหล็ก	3.1	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	2	มิลลิกรัม
ไทอามีน	0.40	มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน	0.09	มิลลิกรัม
ไนอาซิน	0	มิลลิกรัม

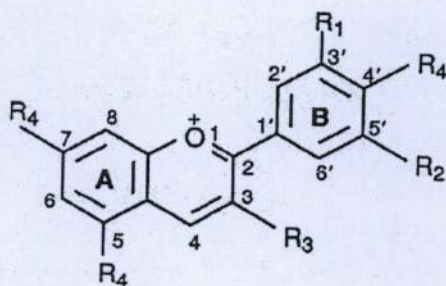
ที่มา: กรมอนามัย (2530)

รงควัตถุในข้าวเหนียวดำคือสารแอนโทไซยานินซึ่งสามารถพบได้บริเวณเยื่อหุ้มชั้นต่างๆ คือ เพอริคาร์ป (pericarp) เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) และชั้นอัลลูโรน (aleurone layer) ซึ่งมีสีม่วงดำ หรือแดง ก้ำ (Sompong et al., 2011)

แอนโทไซยานิน หมายถึงสารสีในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่มีสีแดง สีน้ำเงิน หรือสีม่วง พบในผัก และผลไม้หลายชนิด เช่นมะเขือม่วง กะหล่ำปลีม่วง องุ่น เป็นต้น (สินธนา, 2542) แอนโทไซยานิน เป็น สารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) มีโครงสร้างหลักประกอบด้วยคาร์บอน 15 อะตอม ($C_6-C_3-C_6$) เป็นรงควัตถุที่ละลายอยู่ใน vacuolar sap ของพืช สามารถละลายน้ำได้ แต่ไม่ละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีหมู่ไฮดรอกซิล (non-hydroxyl solvent) เช่น อะซิโตน (acetone) เบนซีน (benzene) คลอโรฟอร์ม (chloroform) และอีเทอร์ (ether) เป็นต้น

แอนโทไซยานินเป็นอนุพันธ์ polyhydroxyl และ polymethoxyl ของสารฟลาเวylium (flavylium) หรือ 2-phenylbenzopyrylium ดังภาพที่ 2.2 โมเลกุลประกอบด้วยแอนโทไซยานิดิน หรือที่เรียกว่า aglycone ซึ่งจับตัวกับน้ำตาลด้วยพันธะ β -glycosidic และมักจับที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของโครงสร้าง แอนโทไซยานิดิน

Anthocyanidins + Sugars ----->Anthocyanins

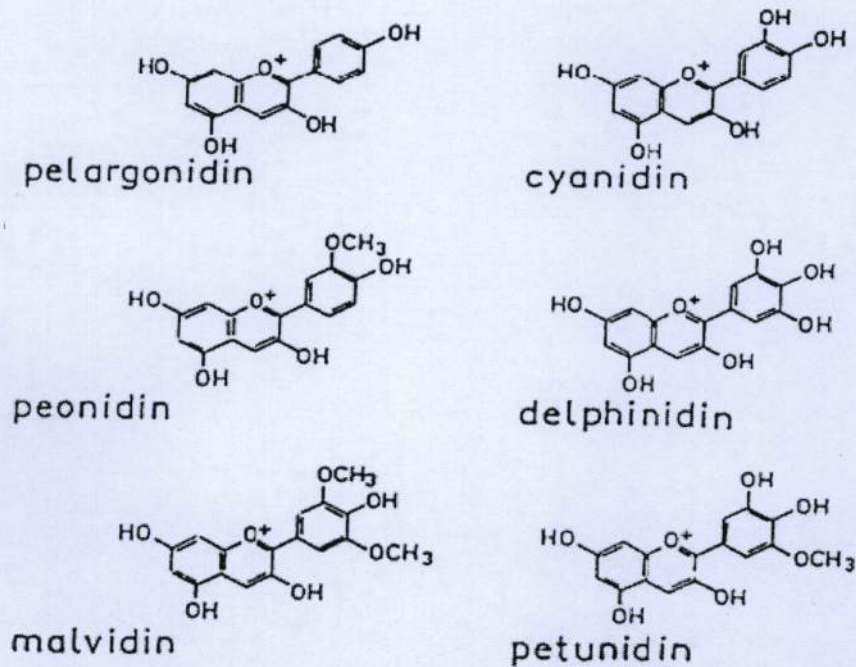


ภาพที่ 2.2 โครงสร้างหลักของแอนโทไซยานิน

ที่มา: ควงกมล (2550)

โมเลกุลของแอนโทไซยานินประกอบด้วยแอนโทไซยานิดิน (Anthocyanidin) และน้ำตาล 1-2 โมเลกุล ซึ่งน้ำตาลเหล่านี้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มีคาร์บอนในโมเลกุล 5 หรือ 6 อะตอมก็ได้ เช่น น้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส แรมโนสหรืออราบินอส (สินธนา, 2542) เป็นต้น หรือพวกไดแซคคาไรด์ (disaccharide) หรือ ไตรแซคคาไรด์ (trisaccharide) โมเลกุลน้ำตาลมักถูก esterified ที่คาร์บอนตำแหน่ง

ที่ 3 ด้วยกรดอินทรีย์บางชนิดเช่น p-coumaric acid, caffeic acid และ ferulic acid ซึ่งจะช่วยให้แอนโทไซยานินในพืชมีเสถียรภาพดีขึ้นแอนโทไซยานินที่สำคัญมี 17 ชนิด (ตารางที่ 2. 2) ซึ่งเรียกชื่อแตกต่างกันขึ้นกับตำแหน่งของหมู่ ไฮดรอกซิล (hydroxyl) และเมทอกซิล (metoxyl) แอนโทไซยานินที่พบในธรรมชาติส่วนใหญ่มี 6 ชนิด คือ pelargonidin, cyanidin, peonidin, delphinidin, petunidin และ malvidin ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างแอนโทไซยานินที่พบในธรรมชาติทั้ง 6 ชนิด

ที่มา: ทิพย์วดี (2550)

ตารางที่ 2.2 แอนโทไซยานิดินที่พบในธรรมชาติ

ชื่อ	การแทนที่ในตำแหน่งของโครงสร้างฟลาโวนิล							สี
	3	5	6	7	3'	4'	5'	
เอพิจินนิน	H	OH	H	OH	H	OH	H	ส้ม
ออราณทีนิน	OH	OH	OH	OH	H	OH	H	ส้ม
คาเพนซนิน	OH	OMe	H	OH	OMe	OH	OMe	น้ำเงินถึงแดง
ไซยานิดิน	OH	OH	H	OH	OH	OH	H	ส้มถึงแดง
เดลฟิโนนิน	OH	OH	H	OH	OH	OH	OH	น้ำเงินถึงแดง
ยูโรฟิโนนิน	OH	OMe	H	OH	OMe	OH	OH	น้ำเงินถึงแดง
เฮอซูทีนิน	OH	OH	H	OMe	OMe	OH	OMe	น้ำเงินถึงแดง
6-ไฮดรอกซีไซยานิดิน	OH	OH	OH	OH	OH	H	-	แดง
ลูทีโอลินนิน	H	OH	H	OH	OH	OH	H	ส้ม
มัลวิน	OH	OH	H	OH	OMe	OMe	OMe	น้ำเงินถึงแดง
5-เมทิลไซยานิดิน	OH	OMe	H	OH	OH	H	-	ส้มถึงแดง
พิลาร์โกนิน	OH	OH	H	OH	H	OH	H	ส้ม
ทีโอนิน	OH	OH	H	OH	OMe	OH	H	ส้มถึงแดง
ทีพูนิน	OH	OH	H	OH	OMe	OH	OH	น้ำเงินถึงแดง
พัลเชลลิดิน	OH	OMe	H	OH	OH	OH	OH	น้ำเงินถึงแดง
โรซินนิน	OH	OH	H	OMe	OMe	OH	H	แดง
ไครซีทีนิน	H	OH	H	OH	OH	OH	OH	แดง

หมายเหตุ: H หมายถึง หมู่ไฮโดรเจน

OH หมายถึง หมู่ไฮดรอกซิล

OMe หมายถึง หมู่เมทอกซิล

ที่มา: ควงกมล (2550)

ปัจจุบันได้มีการจำแนกข้าวสีเต็มเมล็ด (grain pigmented rice) เป็นฟังก์ชันนอลฟู้ด (functional food) เนื่องจากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) ในปริมาณสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแอนโทไซยานินในส่วนของเพอริคาร์ป (Tananuwong and Tewaruth, 2010) ข้าวเหนียวดำซึ่งมีเนื้อเยื่อชั้นนอกเป็นสีม่วงดำมีประโยชน์ทางโภชนาการ เช่น ปริมาณโปรตีน วิตามินและแร่ธาตุ สูงกว่าข้าวทั่วไป (Sompong et al., 2011) มีแอนติออกซิแดนท์จำพวกกรดไฟติก และแกมมาออริซานอล (γ -oryzanol) ซึ่งจะช่วยกำจัดออกซิเจนที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาต่างๆ เช่น การเกิดออกซิเดชันของไขมัน และอนุมูล superoxide anion (Kong and Lee, 2010) นอกจากนี้ข้าวเหนียวดำยังเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร น้ำมัน และฟลาโวนอยด์ (Zawistowski et al., 2009) ซึ่งเป็นสารประกอบในกลุ่มฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์

ประกอบด้วยวงแหวนอโรมาติก 2 วงต่อกันด้วยวงคาร์บอนหกเหลี่ยม 3 วงซึ่งโดยปกติจะเป็นวงแหวนหกเหลี่ยมซึ่งมีออกซิเจนอยู่ภายใน (Shen et al., 2009) รงควัตถุจากข้าวเหนียวดำประกอบด้วยแอนโทไซยานินหลักสองชนิดคือ cyanidin-3-glucoside และ peonidin-3-glucoside (Zawistowski et al., 2009) ซึ่งเป็น anti-oxidative และ anti-inflammatory activities (Kong and Lee, 2010) สามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอลในร่างกาย (Sompong et al., 2011) ลดปริมาณการเกาะของไขมันที่ผิวหลอดเลือด ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ aldose reductase และการลดความผิดปกติของเมตาบอลิซึมที่เกี่ยวข้องกับ high fructose diet รวมทั้งการแพ้กลูโคส (glucose intolerance) และ hyperlipidemia (Tananuwig and Tewaruth, 2010) นอกจากนี้ ตามภูมิปัญญาท้องถิ่นเชื่อว่าข้าวเหนียวดำเป็นสมุนไพรสามารถใช้รักษาโรคได้หลายชนิด เช่น โรคตกเลือดในสตรี โรคท้องร่วง โรคผิวหนัง เช่น โรคหิด เป็นต้น (จริยจิตและสุวัฒน์, 2552)

2.3 ขนมหากข้าวเหนียวดำ

2.3.1 ข้าวเม้าหมี

ข้าวเม้าหมีข้าวเหนียวดำ เป็นอาหารไทยที่นิยมทานเล่นของเด็กในสมัยก่อน และหาทานได้ยากในปัจจุบัน ซึ่งลักษณะของข้าวเม้าหมี คือ ข้าวเม้าทอดกรอบสีเหลืองนวล ผสมน้ำตาลทราย กุ้งแห้ง ถั่วลิสง เต้าหู้เหลืองหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ทอดกรอบ พร้อมกลิ่นหอมอ่อนๆ ของกระเทียมเจียว

2.3.2 ขนมนางเล็ดหรือข้าวแต่นจากข้าวเหนียวดำ

ขนมนางเล็ดหรือข้าวแต่นเป็นขนมขบเคี้ยวที่นิยมรับประทาน ขนมนางเล็ดสามารถทำได้โดยนำข้าวเหนียวแช่น้ำ นึ่งให้สุก คลุกผสมกับน้ำตาลโม้ เช่น แดงโม อ้อย หรือน้ำกะทิ แล้วทำให้เป็นแผ่น จากนั้นนำไปทำให้แห้งด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์หรืออบให้แห้ง ทอดให้พอง อาจปรุงแต่งหน้าด้วยน้ำตาลมะพร้าวเจียว หนุ่ยของ น้ำพริกเผา เป็นต้น

2.3.3 ขนมนอื่นๆ

ข้าวเหนียวดำมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวทั้งรสและกลิ่น เข้ากันดีกับกลิ่นหอมของน้ำตาล ดังนั้นจึงสามารถใช้ทดแทนข้าวเหนียวขาวในการทำขนม เช่น ข้าวหลาม บะจ่าง ข้าวหมาก ข้าวเหนียวดำเปียกเผือก ถั่วแปบ ข้าวเหนียวดำมูลกับกะทิน้ำต่างๆ เช่น สังขยา หน้าปลา เป็นต้น

การใช้ข้าวเหนียวดำผสมกับข้าวเหนียวขาวจะทำให้ขนมมีสีสวยงาม โดยถ้าต้องการสีม่วงอ่อน ใช้ข้าวเหนียวขาว 4 ส่วน ข้าวเหนียวดำ 1 ส่วน สีม่วงกลาง ใช้ข้าวเหนียวขาว 3 ส่วน ข้าวเหนียวดำ 1 ส่วน และสีม่วงเข้ม ใช้ข้าวเหนียวขาว 2 ส่วน ข้าวเหนียวดำ 1 ส่วน (จริยจิตและสุวัฒน์, 2552)

ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าข้าวเหนียวดำมีศักยภาพในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เช่น ขนมขบเคี้ยวได้ นอกจากนี้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากข้าวเหนียวดำมีประโยชน์เหนือกว่าการใช้ข้าวเหนียวขาว

เนื่องจากมีปริมาณโปรตีน วิตามิน แร่ธาตุและแอนโทซียานินสูงกว่าข้าวทั่วไปและยังเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร งานวิจัยนี้ยังใช้แนวทางผลิตขนมขบเคี้ยวของราชวิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย และสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ได้มีประโยชน์และมีคุณค่าทางโภชนาการอย่างเหมาะสม