

ศึกษาการทำอาหารขบเคี้ยวจากถั่วนี้้วนางแดง โดยใช้เครื่องคูกเกอร์เอ็กซ์ทราuderสกรูคู่

Study on the Production of Snacks from Rice Bean by Twin Screw Extruder

สมชาย ประภาวัต ประชา บุญยสิริกุล และจุฬาลักษณ์ จารุณช¹
Somchai Prabhavat, Pracha Boonyasirikool, and Chulaluk Charunuch

ABSTRACT

Rice bean snacks were prepared by using a twin screw extruder ZE 25 × 33 D. They were prepared from rice bean flour, rice bean flour adding mungbean flour, black gram flour, rice flour, wheat flour, cassava starch, corn grit and full fat soy flour. The average score from sensory evaluation of seventeen formulae of rice bean snacks in terms of color, flavor, texture and acceptability showed that two formulae of rice bean snack which were formulae number 9 prepared from rice bean flour adding 20.0% rice flour, 2.5% wheat flour and 20.0% corn grit ; rice bean snack formulae number 14 prepared from rice bean flour adding 23.8 % black gram flour, 21.4 % rice flour, 21.4 % corn grit and 4.8 % full fat soy flour, respectively, were best accepted by the panelists when compared with the rest of the samples. The protein content of the best accepted two formulae (formulae number 9 and 14) of rice bean snack were 15.23 and 16.25 % and fat content were 9.10 and 11.95% on dried weight basis, respectively. The protein quality of the best accepted two formulae of rice bean snack (formulae number 9 and 14) showed higher chemical score of methionine + cystine, 94 and 97 % and higher PER ranged from 1.92 ± 0.13 and 2.00 ± 0.11 , compared to 69 % of rice bean snack formula number 1 and 12 prepared from rice bean flour alone and rice bean flour adding 4.8 % full fat soy flour, respectively, and the PER were 1.60 ± 0.19 and 1.76 ± 0.12 while the PER of casein was 2.50 ± 0.17 .

Key words : rice bean snacks, black gram flour, rice flour, wheat flour, corn grit, full fat soy flour, twin screw extruder ZE 25 x 33 D.

¹ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาการทำอาหารขบเคี้ยวจากถั่วเขียวนางแดง โดยใช้เครื่องคูกเกอร์อิเล็กทรอนิกส์กรู้อู้ออาหารขบเคี้ยวจากถั่วเขียวนางแดง เตรียมได้จากแป้งถั่วเขียวนางแดงล้วน แป้งถั่วเขียวนางแดงผสมซึ่ง ทำจากแป้งถั่วเขียวนางแดงผสมแป้งถั่วเขียวผิวดำ แป้งถั่วเขียวผิวดำ แป้งข้าวเจ้า ข้าวโพดคดหยาบ เป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนแป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง และแป้งถั่วเหลือง ชนิดไขมันเต็ม เป็น องค์ประกอบรอง นำเอาอาหารขบเคี้ยวทั้ง 17 สูตร ที่ได้มาทำการทดสอบโดยประสาทสัมผัสใน เรื่องสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับในการบริโภค ปรากฏว่าอาหารขบเคี้ยวทั้ง 2 สูตร คือ อาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 9 ทำจากแป้งถั่วเขียวนางแดง ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี และข้าวโพดคดหยาบร้อยละ 20.0, 2.5 และ 20.0 โดยน้ำหนักตามลำดับ อาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 14 ทำจากแป้ง ถั่วเขียวนางแดง ผสมแป้งถั่วเขียวผิวดำ แป้งข้าวเจ้า ข้าวโพดคดหยาบ แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมัน เต็มร้อยละ 23.8, 21.4, 21.4 และ 4.8 โดยน้ำหนักตามลำดับ เป็นที่ยอมรับในการบริโภคจากผู้ชิมดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารขบเคี้ยวที่เหลือ อาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 9 และ 14 มี ปริมาณโปรตีนร้อยละ 15.23 และ 16.25 ปริมาณไขมันร้อยละ 9.10 และ 11.95 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ คุณภาพโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวจากถั่วเขียวนางแดงทั้ง 2 สูตร สูตรที่ 9 และ 14 ดังกล่าวมีคุณภาพของโปรตีนดีขึ้นคือ มีค่า chemical score ของกรดอะมิโน เมทไธโอนีน + ซิสตีน เท่ากับ 94 และ 97 ค่า PER เท่ากับ 1.92 ± 0.13 และ 2.00 ± 0.11 ตามลำดับ เปรียบ เทียบกับ chemical score ของอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 1 ทำจากแป้งถั่วเขียวนางแดงแต่เพียงอย่างเดียวและสูตรที่ 12 ทำจากแป้งถั่วเขียวนางแดงผสมแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มร้อยละ 4.8 ซึ่งมีค่า chemical score ของกรดอะมิโนเมทไธโอนีน + ซิสตีน ร้อยละ 69 เท่ากัน และมีค่า PER เท่ากับ 1.60 ± 0.19 และ 1.76

± 0.12 ตามลำดับ โดยที่ PER ของ casein เท่ากับ 2.50 ± 0.17 .

คำนำ

อาหารขบเคี้ยวเป็นผลิตภัณฑ์ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็น อาหารที่รับประทานง่าย ซื้อง่ายได้ทั่วไปและราคาไม่แพงโดยนิยมรับประทานในระหว่างมื้ออาหาร หรือบางครั้งในช่วงเวลาพักผ่อนหรือรับประทานเป็นอาหารมื้อหนึ่ง แต่อาหารขบเคี้ยวส่วนใหญ่ทำ จากธัญพืชต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบหลัก จึงทำให้มีปริมาณโปรตีนน้อย ดังนั้นการพัฒนาอาหาร ขบเคี้ยวจากพวถั่วต่าง ๆ จึงนับว่ามีความสำคัญที่จะให้ได้มาอาหารขบเคี้ยวที่มีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น โดยใช้ถั่วเขียวนางแดงร่วมกับถั่วเขียวผิวดำหรือถั่วเขียวผิวดำเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งถั่วเขียว นางแดงหรือถั่วแดง (rice bean) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna umbellata* เป็นพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่งที่ค่อนข้างรู้จักกันมาก ในปัจจุบันที่ปลูกเป็นการค้าและปลูกมากเป็นถั่วเมล็ดสีแดงซึ่งปลูกมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางจังหวัดทั้งในที่สูงและที่ราบ แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่จังหวัดเลย พิจิตร โลก และอุดรธานี ถั่วเขียวนางแดงเป็นพืชที่สามารถขึ้นได้ในที่ทั่วไปและยังสามารถทนต่อสภาพพื้นที่แห้งแล้งได้ดี (นาค, 2531) มีแหล่งกำเนิดในบริเวณแถบเทือกเขาหิมาลัย ประเทศจีนตอนกลางไปจนกระทั่งแถบมาเลเซีย และต่อมาได้แพร่กระจายไปสู่ส่วนต่างๆ ของเอเชียเขตร้อน (นาค, 2531 ; Hira et al., 1988 ; Verma and Urmil, 1988) ปัจจุบันนี้ถั่ว ีเขียวนางแดงเป็นพืชที่ส่งออกของประเทศไทยซึ่งมีมูลค่าการส่งออก 150 - 190 ล้านบาท ในแต่ละ ปี ผลผลิตที่ส่งออกอยู่ระหว่าง 20,000 - 30,000 ตันต่อปี ตลาดส่งออกของถั่วเขียวนางแดงของ ไทยได้แก่ญี่ปุ่น และสาธารณรัฐเกาหลี ซึ่งส่วนใหญ่จะนำไปใช้ทำไส้ขนม การใช้ประโยชน์ของ ถั่วเขียวนางแดงเป็นอาหาร

ในประเทศของเรายังมีน้อย จะส่งออกเกือบทั้งหมด ที่ผลิตได้ปีละประมาณ 20,000 - 30,000 เมตริกตัน ขึ้นอยู่กับราคาที่เกษตรกรได้รับ ถ้าราคาดีก็ผลิตมาก เพราะ เป็นผลพลอยได้จากการปลูกข้าวโพด (นาค, 2531) ในประเทศอินเดียถั่วนี้วางแดงเป็นพืชที่ขึ้น อยู่ตามธรรมชาติและมีการปลูกทางตอนใต้ของประเทศ อินเดีย การใช้ประโยชน์ในการบริโภคเป็นอาหารยังมี น้อย และยังอยู่ในขั้นตอนของการวิจัยทางด้านคุณค่า ทางโภชนาการ, คุณสมบัติในการ ต้ม (cooking quality) และทดสอบการยอมรับโดยทางประสาทสัมผัสของ ถั่วนี้วางแดงพันธุ์ต่าง ๆ และปัจจัยที่ขัดขวางภาวะ ทางโภชนาการ (antinutritional factor) (Verma and Urmil, 1988 ; Hira et al., 1988) ส่วนถั่วเขียวผิวดำ (black gram) เป็นพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่งมีชื่อทาง วิทยาศาสตร์ว่า *Vigna mungo* มีเปลือกสีดำเมล็ดเล็ก กว่าถั่วเขียวผิวดำเล็กน้อย เมล็ดมีสีดำ มีไฮลุ่มโค้งเว้า สีขาว มีถิ่นกำเนิดแถบประเทศอินเดีย จากนั้นได้แพร่ กระจายไปทั่วภาคใต้ของจีน อินโดจีน และชาว ต่อ มาขยายการเพาะปลูกไปแถบทวีปอาฟริกาและเขต ร้อนของทวีปอเมริกาในประเทศอินเดียมีการปลูกและ บริโภคกันอย่างแพร่หลาย (Duhan et al., 1989) ประเทศไทย เริ่มปลูกถั่วเขียวผิวดำเมื่อประมาณ 25 ปีมาแล้ว ซึ่งผลผลิตประมาณร้อยละ 80-90 ส่งออกไป จำหน่ายยังต่างประเทศทำรายได้ให้กับประเทศปีละ 600 - 900 ล้านบาท ส่วนผลผลิตที่เหลือใช้ บริโภค ภายในประเทศซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เพาะถั่วงอกร่วมกับ ถั่วเขียวผิวดำ แต่คนไทยโดยทั่วไปไม่ชอบรับประทานถั่วเขียวผิวดำเนื่องจากไม่ชอบกลิ่น ทำให้ ตลาดของถั่วเขียวผิวดำภายในประเทศยังไม่กว้างขวาง พอ ตลาดต่างประเทศของถั่วเขียวผิวดำที่สำคัญที่สุดคือ ญี่ปุ่นและอินเดียโดยเฉพาะ ญี่ปุ่นเป็นตลาดใหญ่ที่สุด ซึ่งนำเอาเมล็ดถั่วเขียวผิวดำไปใช้เพาะถั่วงอก (สมชาย, 2531) ส่วนถั่วเขียว (Mungbean) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ ว่า *Vigna radiata* เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อ การเกษตรของประเทศไทยพืชหนึ่ง ใช้ใน

อุตสาหกรรมทำเส้น แป้งถั่วเขียว ขนมหวานต่าง ๆ และใช้เพาะถั่วงอกเพื่อบริโภค (สมชาย และชาวสุวทณ, 2531) ปริมาณโปรตีนและไขมันของถั่วนี้วางแดง ถั่วเขียวผิวดำและถั่วเขียวผิวดำอยู่ในช่วงร้อยละ 20.0 - 26.0 และ 0.7 - 1.5 ตาม ลำดับ ส่วนถั่วเหลืองมี ปริมาณโปรตีนและไขมันร้อยละ 34.1 และ 17.7 ตามลำดับ (กองโภชนาการ, 2530 ; Bressani and Elias, 1974 ; Hira et al., 1988) คุณภาพของโปรตีนของ ถั่วทั้ง 4 ชนิดดังกล่าวยังขาดกรดอะมิโนเมทธีโอนิน + ซิสตีน แต่มีปริมาณของกรดอะมิโน ไลซีน สูง (กองโภชนาการ, 2533 ; Bressani and Elias, 1974 ; Hira et al., 1988) แต่พบกรดไขมัน เช่น ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด ซึ่งมีโปรตีนที่มีปริมาณกรดอะมิโนเมทธีโอ นิน + ซิสตีนสูง แต่มี ปริมาณของกรดอะมิโนไลซีนต่ำ ถ้าได้มีการนำเอาถั่วและธัญชาติดังกล่าวมาใช้ร่วมกัน ทำเป็นอาหารขบเคี้ยว ทำให้คุณภาพของโปรตีนของ อาหารขบเคี้ยวมีความสมบูรณ์มากขึ้น (Cheman et al., 1992) ดังนั้นจุดประสงค์ในการวิจัยนี้เพื่อผลิตอาหาร ขบเคี้ยว (snacks) ให้มีคุณค่าทาง โภชนาการสูงราคา ถูก เป็นที่ยอมรับในการบริโภคจากถั่วนี้วางแดงผสม ถั่วเขียวผิวดำ ถั่วเขียวผิวดำ ถั่วเหลือง เพื่อปรับปรุง ในเรื่องสีของอาหารขบเคี้ยวให้ดีขึ้นซึ่งดีกว่าที่จะทำ จากถั่ววาง แดงแต่เพียงอย่างเดียว และปรับปรุงคุณ ภาพของโปรตีนด้วยการเสริมด้วยธัญชาติดังกล่าว ทำ การ ผลิตโดยใช้เครื่องคุกเกอร์เอ็กซ์ทรูดเดอร์สกรูคู่ (Twin screw extruder ZE 25 × 33 D) ซึ่งเป็น เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตที่ทันสมัยและมีความเหมาะ สมอันเนื่องมาจากมีข้อได้เปรียบหลายประการ ซึ่ง ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดี พองตัวดี กรอบ มีรูปร่าง และขนาดหลายแบบตามที่ต้องการ มีอัตราการผลิตสูง และทำงานได้ต่อเนื่อง คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ ที่ได้ออกมาได้มีการเปลี่ยนแปลงน้อย เนื่องจากใช้อุณหภูมิสูงและเวลาสั้น ทำให้ทำลายสารพิษและจุลินทรีย์ที่ มีอยู่ในผลิตภัณฑ์จึงเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นี้ได้นาน ผลิต ภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ผลิตจากเครื่องคุกเกอร์เอ็กซ์ท

รูดคอร์นเป็นต้นนิยมบริโภคแพร่หลายทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยด้วย (ประชา, 2537) ซึ่ง จะเป็นการเพิ่มมูลค่าของถั่วนี้ นางแดง รองลงไปได้แก่ ถั่วเขียวผิวดำ ถั่วเขียวผิวมันและถั่วเหลืองให้มากยิ่งขึ้น และผลของการวิจัยนี้จะได้เผยแพร่เข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรมผลิตอาหารขบเคี้ยวต่อไปในอนาคต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคทางด้านโภชนาการ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมแป้งถั่วนี้ นางแดง แป้งถั่วเขียวผิวดำ แป้งถั่วเขียวผิวมัน และแป้งถั่ว เหลืองชนิดไขมันเต็ม

ซึ่งเมล็ดถั่วนี้ นางแดง เมล็ดถั่วเขียวผิวดำเมล็ด ถั่วเขียวผิวมันและเมล็ดถั่วเหลืองที่ คัดเลือกแล้วหนัก อย่างละ 10 กก. นำเมล็ดถั่วนี้ นางแดง ถั่วเขียวผิวดำ และถั่วเขียวผิวมันมาแยก กะเทาะให้แตกออกเป็น 2 ซีก โดยใช้เครื่องมือและแยกล้างน้ำ 4 ครั้งจนสะอาด แล้วแยกแช่น้ำที่ อุณหภูมิห้อง (30°ซ) เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แยกเอาเปลือกออกโดยใช้มีดล้างและรินเอาเปลือกออกไปจนกระทั่งได้เนื้อถั่วที่ปราศจากเปลือกถั่ว ทำให้สะอาดน้ำ ส่วนเมล็ดถั่วเหลืองนำไปล้างน้ำ 4 ครั้งจนสะอาดและนำถั่วทั้ง 4 ชนิดไปแยกตากแห้ง ในตู้อบที่อุณหภูมิ 50° - 60°ซ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง สำหรับเมล็ดถั่วทั้ง 3 ชนิด ที่กะเทาะเปลือกออกแล้ว และ 10 ชั่วโมงสำหรับเมล็ดถั่วเหลือง นำเมล็ดถั่วเหลือง ตากแห้งมากะเทาะออกเป็น 2 ซีก โดยใช้เครื่องมือ แล้วแยกเอาเปลือกออกโดยการฝัดด้วยกระด้ง ได้เมล็ด ถั่วเหลืองผ่าซีกแล้วนำเอาเนื้อถั่วทั้งหมดมาแยกบด ละเอียดด้วยเครื่องบดได้แป้งถั่วนี้ นางแดง แป้งถั่วเขียวผิวดำ แป้งถั่วเขียวผิวมันและแป้งถั่วเหลืองชนิด ไขมันเต็ม ซึ่งมีความละเอียดขนาด 80 เมช (mesh) แยกบรรจุถุงโพลีเอทิลีนผนึกแน่น

2. แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลังข้าวโพด บดหยาบซื้อโดยตรงจากแหล่ง จำหน่ายภายใน กรุงเทพมหานคร

นำแป้งแต่ละชนิดดังกล่าว มาวิเคราะห์องค์ ประกอบทางเคมีและปริมาณของกรด อะมิโนที่ จำเป็นต่อร่างกาย (องค์ประกอบทางเคมีวิเคราะห์โดย ห้องปฏิบัติการของสถาบัน คั้นคว่ำและพัฒนา ผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตามวิธี ที่ปรากฏใน A.O.A.C (1984) และปริมาณของกรด อะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายวิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการ กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมและ ห้องปฏิบัติ การกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวง สาธารณสุข)

3. การเตรียมแป้งผสม

ส่วนประกอบของแป้งถั่วนี้ นางแดง 17 สูตร ใด แสดงไว้ใน Table 3 นำแป้งแต่ละ ชนิดในแต่ละ สูตรมาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันในเครื่องผสม (Telegrams Bear Mixer) เป็น เวลา 5 นาที ให้ได้ แป้งผสมในแต่ละสูตรเท่ากับ 3 กิโลกรัม

4. การผลิตอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วนี้ นางแดง

นำแป้งถั่วนี้ นางแดงที่เตรียมได้ในข้อ 3 ทั้งหมด 17 สูตร ๆ ละ 3 กิโลกรัม มาแยกป้อนเข้าเครื่องคูก เ กอร์เอ็กซ์ทрудเดอร์สกรู (Hermann Berstorff Laboratory The Twin Screw Extruder ZE 25 × 33 D) ชนิดที่สกรูทั้งสองหมุนไปในทิศทางเดียวกัน อัตรา ส่วนความ ยาวเทียบกับเส้นผ่าศูนย์กลางของสกรู 825 : 25 มม. สภาพที่ใช้ในการผลิตประกอบด้วยอัตรา ป้อนวัตถุดิบ 300 กรัม/นาที ความเร็วรอบของสกรู 350 รอบ/นาที ปริมาณน้ำที่ป้อน 20 กรัม/นาที (ความชื้นของแป้งถั่วนี้ นางแดงและแป้งถั่วนี้ นางแดงผสมก่อนเติมน้ำเท่ากับร้อยละ 11.5) ซึ่งจะ ทำให้ แป้งถั่วนี้ นางแดงขณะป้อนเข้าไปในเครื่องเอ็กซ์ทрудเดอร์ มีความชื้นประมาณร้อยละ 18 อุณหภูมิที่บาร์เรล 7

เท่ากับ 132° - 135°ซ และอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ตรงหน้าแผ่น (die) melt temperature 155° - 160°ซ และขนาดรูเปิดของหน้าแผ่น 1.5×3 มม. 3 รู ได้อาหารขบเคี้ยว จากแป้งถั่วเขียวแดงทั้ง 17 สูตร ที่มีลักษณะเป็นท่อนทรงกระบอก ขนาดความยาว 3-3.5 ซม. ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ได้นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80°ซ เป็นเวลาประมาณ 15-20 นาที จนมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 5 จากนั้นนำไปแยกเคลือบกลิ่นรสบาบิคว ในหม้อเคลือบแปดเหลี่ยม (อัตราส่วนของอาหารขบเคี้ยวจากถั่วเขียวแดง : น้ำมันถั่วเหลือง : กลิ่นบาบิคว เท่ากับ 20:2:1 โดยน้ำหนัก) ซึ่งหมูนได้รอบตัวและพ่นลมร้อนลงไปเพื่อให้อาหารขบเคี้ยวที่เคลือบกลิ่นบาบิควแล้วแห้ง แยกบรรจุในถุงพลาสติกผนึกแน่น

นำเอาตัวอย่างของอาหารขบเคี้ยวจากถั่วเขียวแดงทั้ง 17 สูตร มาทดสอบการยอมรับในการบริโภคทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ชิม 10 คน ซึ่งเป็นนักวิจัยของสถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ต่อลักษณะปรากฏต่าง ๆ ในเรื่อง สี กลิ่นรส เนื้อ สัมผัสและการยอมรับในการบริโภคแล้วให้คะแนนแสดงความแตกต่างแบบ hedonic scale scoring คือ คะแนน 9 = ชอบมากที่สุด และคะแนน 1 = ไม่ชอบที่สุด และหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ ANOVA และ DMRT (Duncan's new multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การทดสอบทำทั้งสิ้น 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันประมาณ 1 วัน

นำเอาตัวอย่างของอาหารขบเคี้ยวจากถั่วเขียวแดงซึ่งเป็นที่ยอมรับในการบริโภคจากผู้ชิม ในเกณฑ์ที่ดีที่สุดไปหาองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณของกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ค่าอัตรา ส่วนประสิทธิภาพของโปรตีน (Protein Efficiency Ratio or PER) (องค์ประกอบทางเคมี วิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการของสถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตามวิธีที่ปรากฏใน A.O.A.C. (1984) และปริมาณของกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย วิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมและค่า PER วิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการสัตว์ทดลองของ สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

ผลและวิจารณ์

ปริมาณโปรตีนของแป้งถั่วเขียวแดง แป้งถั่วเขียวผิวนั้น แป้งถั่วเขียวผิวดำ แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม เท่ากับร้อยละ 22.34, 27.99, 28.00 และ 45.55 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ และมีปริมาณไขมันร้อยละ 1.58, 1.44, 0.82 และ 25.73 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ ส่วนปริมาณโปรตีนของแป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง และข้าวโพดบดหยาบเท่ากับร้อยละ 8.50, 13.36, 0.02 และ 9.97 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ และมีปริมาณไขมันร้อยละ 0.50, 1.83, 0.00 และ 2.10 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ (Table 1) คุณภาพโปรตีนของแป้งจากถั่วเขียวแดง, ถั่วเขียวผิวนั้น, ถั่วเขียวผิวดำ และแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ เมทไธโอนีน + ซิสตีน โดยมี chemical score เท่ากับร้อยละ 69, 66, 69, และ 66 ตาม ลำดับ ส่วนแป้งข้าวเจ้า แป้งสาลีและข้าวโพดบดหยาบขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายได้แก่ ไลซีน โดยมี chemical score ร้อยละ 64, 33 และ 31 ตามลำดับ นอกจากนี้ข้าวโพดบดหยาบยังขาดกรดอะมิโนทริพโตเฟน โดยมี chemical score ร้อยละ 60 (Table 2) ส่วนประกอบของแป้งถั่วเขียวแดง ทั้ง 17 สูตร ได้แสดงไว้ใน Table 3 โดยมีสูตรที่ 1 ใช้แป้งถั่วเขียวแดงแต่เพียงอย่างเดียว และสูตรที่เหลือใช้แป้งถั่วเขียวแดงผสมกับแป้งถั่วเขียวผิวนั้น หรือแป้งถั่วเขียวผิวดำ และหรือแป้งถั่วเหลือง

Table 1 Chemical composition of various kind of flours.

Kinds of flours	Chemical composition (% Dry weight)						
	Moisture (%)	Fat (%)	Protein (%)	Ash (%)	Crude fiber (%)	Carbo hydrate (%)	Energy Cal/100 gram
Rice bean flour (RBF)	9.28	1.58	22.34	3.85	5.60	66.63	370
Mungbean flour (MBF)	6.77	1.44	27.99	3.42	1.48	65.67	388
Blackgram flour (BGF)	8.26	0.82	28.00	2.50	1.69	66.99	387
Rice flour (RF)	10.51	0.50	8.50	0.62	0.00	90.38	400
Wheat flour (WF)	11.94	1.83	13.36	0.70	0.18	83.93	406
Cassava starch (CS)	11.84	0.00	0.02	0.23	0.00	99.75	399
Corn grit (CG)	10.12	2.10	9.97	0.58	8.76	78.59	373
Full fat soyflour (FFSF)	6.14	25.73	45.55	5.68	1.03	22.01	502

Table 2 Essential amino acid composition of various kind of flours andFAO/WHO standard.

Essential amino acid	Amino acid , mg/gm of protein of							FAO/WHO ³
	RBF	MBF	BGF	RF	WF	CG	FFSF	
Isoleucine	36	37	36	35	31	30	36	40
Leucine	73	77	78	78	67	80	69	70
Lysine	69(125) ¹	67(122) ¹	62(113) ¹	35(64) ²	18(33) ²	17(31) ²	62(113) ¹	55
Methionine + Cystine	24(69) ²	23(66) ²	24(69) ²	58(166) ¹	52(149) ¹	58(166) ¹	23(66) ²	35
Phenylalanine + Tyrosine	88	90	89	90	81	88	83	60
Threonine	34	33	32	34	30	32	38	40
Tryptophan	12(120) ¹	14(140) ¹	14(140) ¹	18(180) ¹	12(120) ¹	6(60) ²	15(150) ¹	10
Valine	42	45	43	50	37	39	37	50

1 (-) Chemical score in parenthesis

2 (-) Limiting amino acid with chemical score

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

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

Table 3 Composition of seventeen formulae of rice bean flour for preparation of rice bean snacks.

Formula number	Composition , %							
	RBF	MBF	BGF	RF	WF	CS	CG	FFSF
1	100.0	-	-	-	-	-	-	-
2	35.0	25.0	-	20.0	-	-	20.0	-
3	35.0	-	25.0	20.0	-	-	20.0	-
4	30.0	25.0	-	20.0	2.5	2.5	20.0	-
5	30.0	-	25.0	20.0	2.5	2.5	20.0	-
6	30.0	25.0	-	22.5	-	-	22.5	-
7	30.0	-	25.0	22.5	-	-	22.5	-
8	60.0	-	-	20.0	-	-	20.0	-
9	57.5	-	-	20.0	2.5	-	20.0	-
10	57.5	-	-	20.0	-	2.5	20.0	-
11	55.0	-	-	20.0	2.5	2.5	20.0	-
12	95.2	-	-	-	-	-	-	4.8
13	28.6	23.8	-	21.4	-	-	21.4	4.8
14	28.6	-	23.8	21.4	-	-	21.4	4.8
15	57.2	-	-	19.0	-	-	19.0	4.8
16	54.8	-	-	19.0	2.4	-	19.0	4.8
17	52.4	-	-	19.0	2.4	2.4	19.0	4.8

ชนิดไขมันเต็ม และปรับปรุง ให้มีคุณภาพของโปรตีนดีขึ้นโดยเสริมด้วยแป้งข้าวเจ้า ข้าวโพดคั่วหยาบเป็นหลัก และเติมแป้งสาลีอีกเล็กน้อยในบางสูตร เพื่อเพิ่มปริมาณของกรดอะมิโนเมทไธโอนีน + ซิสทีน ให้สูงขึ้น เพราะโปรตีนของแป้งข้าวเจ้า ข้าวโพดคั่วหยาบและแป้งสาลีมีปริมาณของกรดอะมิโนเมทไธโอนีน + ซิสทีนอยู่สูง ทำให้คุณภาพของโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวที่ได้ดีกว่าคุณภาพโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวที่ทำจากแป้งถั่วเขียวและแป้งเพียงอย่างเดียว หรือแป้งถั่วเขียวและแป้งเหลืองชนิดไขมันเต็ม

ผลการทดสอบโดยประสาทสัมผัสต่อลักษณะต่าง ๆ ในเรื่องสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับในการบริโภคของอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วเขียวและแป้ง 17 สูตร ได้แสดงไว้ ใน Table 4,5,6 ปรากฏว่า

อาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 2-11, 13,14 และ 16 เป็นที่ยอมรับในการบริโภคจากผู้ชิมสูงกว่าอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 1 ซึ่งทำจากแป้งถั่วเขียวและแป้งเหลือง หรือ สูตรที่ 12 ซึ่ง ทำจากแป้งถั่วเขียวและแป้งเหลืองผสมแป้งเหลืองชนิดไขมันเต็มและมีแนวโน้มไปทางระดับชอบมาก โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่อาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 9 และ 14 เป็นที่ยอมรับในการบริโภคดีที่สุดกว่าอาหารขบเคี้ยวสูตรอื่น ๆ โดยมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยทุกลักษณะคุณภาพของอาหารขบเคี้ยวในการบริโภคจากผู้ชิมสูงสุดในแต่ละกลุ่มที่ชิมสูงกว่าอาหารขบเคี้ยวสูตรที่เหลือ

ปริมาณโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวจากถั่วเขียวนางแดง ที่ยอมรับในการบริโภคดีที่สุด 2 สูตร (สูตรที่ 9 และ 14) เท่ากับร้อยละ 15.23 และ 16.25 ปริมาณ

Table 4 Organoleptic evaluation of rice bean snack formula number 2 - 7 compare with formula number 1 (from rice bean flour alone) coating with Bar.B.Q flavor.

Characteristic	Rice bean snack formula number						
	1	2	3	4	5	6	7
Color	6.13 ^b	7.20 ^a	7.33 ^a	7.27 ^a	7.27 ^a	7.27 ^a	7.27 ^a
Flavor	6.80 ^b	7.00 ^{ab}	7.07 ^{ab}	7.13 ^{ab}	7.40 ^a	7.27 ^{ab}	7.27 ^{ab}
Texture	7.53 ^a	7.13 ^{ab}	7.20 ^{ab}	6.87 ^b	7.13 ^{ab}	7.20 ^{ab}	7.13 ^{ab}
Acceptability	6.87 ^a	6.87 ^a	7.20 ^a	6.73 ^a	7.13 ^a	7.20 ^a	7.27 ^a

The figures on the same row with the same letter showed no significant difference in statistics at 95% level

Table 5 Organoleptic evaluation of rice bean snack formula number 8 - 11 compare with formula number 1 (from rice bean snack alone) coating with Bar.B.Q flavor.

Characteristic	Rice bean snack formula number				
	1	8	9	10	11
Color	6.60 ^b	7.20 ^a	7.53 ^a	7.47 ^a	7.40 ^a
Flavor	7.47 ^a	7.67 ^a	7.67 ^a	7.60 ^a	7.60 ^a
Texture	7.27 ^a	7.60 ^a	7.53 ^a	7.53 ^a	7.53 ^a
Acceptability	7.27 ^a	7.53 ^a	7.47 ^a	7.27 ^a	7.40 ^a

The figures on the same row with the same letter showed no significant difference in statistics at 95% level

Table 6 Organoleptic evaluation of rice bean snack formula number 13 - 17 compare with formula number 12 (from rice bean flour adding 4.8% full fat soy flour) coating with Bar.B.Q flavor.

Characteristic	Rice bean snack formula number					
	12	13	14	15	16	17
Color	6.00 ^c	7.67 ^a	7.73 ^a	6.93 ^b	7.00 ^b	7.07 ^b
Flavor	6.60 ^b	7.27 ^a	7.47 ^a	7.27 ^a	7.47 ^a	7.20 ^a
Texture	6.87 ^a	7.20 ^a	7.47 ^a	7.20 ^a	7.40 ^a	7.00 ^a
Acceptability	6.73 ^b	7.20 ^{ab}	7.40 ^a	7.20 ^{ab}	7.27 ^{ab}	7.00 ^{ab}

The figures on the same row with the same letter showed no significant difference in statistics at 95% level

ไขมันเท่ากับร้อยละ 9.10 และ 11.95 โดยน้ำหนัก
 แห่งตามลำดับ (Table 7)

คุณภาพของโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวจากแป้ง

ถั่วนี้วางแดงทั้ง 2 สูตร (สูตรที่ 9 และ 14) ดัง
 กล่าวได้แสดงไว้ใน Table 8 ซึ่งมีคุณภาพของโปรตีน
 ดีที่สุดโดยมี chemical score ของกรด อะมิโน เมทธี

Table 7 Chemical composition of the best two formulae of accepted rice bean snack formula number 9 and 14. (coating with Bar.B.Q flavor).

Chemical composition (% Dry weight)	Rice bean snack formula number	
	9	14
Moisture, %	7.16	6.85
Fat, %	9.10	11.95
Protein, %	15.23	16.25
Ash, %	3.32	3.88
Crude fiber, %	1.93	1.24
Carbohydrate, %	70.42	66.68
Energy, Cal/100 gram	425	439

Table 8 Essential amino acid composition and protein efficiency ratio (PER) of the best two accepted rice bean snack formula number 9 and 14 compare to rice bean snack formula number 1 and 12 made from rice bean flour alone and rice bean flour adding 4.8% full fat soy flour.

Essential amino acid	Rice bean snack formula number				FAO/ WHO ³
	1	12	9	14	
Isoleucine	34	35	34	35	40
Leucine	69	71	77	80	70
Lysine	61(111) ¹	60(109) ¹	58(102) ¹	55(100) ¹	55
Methionine + Cystine	24(69) ²	24(69) ²	33(94) ¹	34(97) ¹	35
Phenylalanine + Tyrosine	80	82	83	85	60
Threonine	33	34	34	34	40
Tryptophan	8	13	11	13	10
Valine	40	40	41	43	50
PER (Casein = 2.5 + 0.17)	1.60 + 0.19	1.76 + 0.12	1.92 + 0.13	2.00 + 0.11	

1 (-) = Chemical score in parenthesis

2 (-) = Limiting amino acid with chemical score

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

amino acid content in snack x 100

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

Protein efficiency ratio (PER) =
$$\frac{\text{gain in weight of albino rat}}{\text{protein intake}}$$

ไอโนน + ซิสติน เท่ากับ 94 และ 97 ค่า PER เท่ากับ 1.92 ± 0.13 และ 2.00 ± 0.11 ตามลำดับ ส่วนอาหารขบเคี้ยวสูตรที่ 1 และ 12 ซึ่งทำจากแป้งถั่วเขียว นางแดง และแป้งถั่วเขียวนางแดงผสมแป้งถั่วเหลือง ชนิดไขมันเต็มมี chemical score ของกรดอะมิโน เมทไธโอนีน + ซิสติน ร้อยละ 69 เท่ากัน และ ค่า PER เท่ากับ 1.60 ± 0.19 และ 1.76 ± 0.12 ในขณะที่ค่า PER ของ เคซีนเท่ากับ 2.50 ± 0.17 การที่ค่าของ chemical score และ PER สูงขึ้นเป็นเพราะว่าแป้งข้าวเจ้า ข้าวโพดบดหยาบ และแป้งสาลีที่เติมลงไปในการแป้งถั่วเขียวนางแดง และแป้งถั่วเขียวนางแดงผสม ก่อนทำเป็นอาหารขบเคี้ยว ประกอบไปด้วยโปรตีนซึ่งมีกรดอะมิโน เมทไธโอนีน + ซิสตินสูงกว่า ในโปรตีนของแป้งถั่วเขียวนางแดง และแป้งถั่วเขียวนางแดงผสมแป้งถั่วเขียวผัดและแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม ดังนั้นแป้งข้าวเจ้า ข้าวโพดบดหยาบ และแป้งสาลีสามารถใช้เสริมคุณค่าทางโปรตีนในอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วเขียวนางแดง และแป้งถั่วเขียวนางแดงผสมแป้งถั่วเขียวผัดและหรือแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มให้สูงขึ้นและทำให้สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสดีขึ้นจนเป็นที่ยอมรับในการบริโภคสูงสุดดังกล่าวข้างต้น

คุณลักษณะของอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วเขียวนางแดงซึ่งเป็นที่ยอมรับดีที่สุด อาหารขบเคี้ยว จากแป้งถั่วเขียวนางแดงสูตรที่ 9 และ 14 มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เป็นพองทรงกระบอก มีสีเหลืองอ่อน ได้กลิ่นรสขบเคี้ยว และมีรสหวาน มัน และ เค็มพอดี มีเนื้อสัมผัสที่กรอบนุ่ม และพองฟูดี มากกว่าอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วเขียวนางแดงสูตรที่เหลือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารขบเคี้ยวทำจากแป้ง ถั่วเขียวนางแดงแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งมีสีค่อนข้างแดงเนื้อสัมผัสมีการพองตัวน้อย และมีลักษณะกรอบแข็ง ดังนั้นการเติมแป้งถั่วเขียวผัด แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม แป้งข้าวเจ้า ข้าวโพดบดหยาบ และแป้งสาลี ลงไปแทนแป้งถั่วเขียวนางแดงบางส่วนก่อนทำเป็นอาหารขบเคี้ยวจะช่วยในการทำให้สีดูดี

และนำรับประทานมากยิ่งขึ้น และเนื้อสัมผัสมีความกรอบนุ่มพองฟูมากขึ้น

สรุป

ผลจากการทำอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วเขียวนางแดง โดยใช้เครื่องคุกเกอร์อิเล็กทรอนิกส์ สกรูคู่ ปรากฏว่า อาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วเขียวนางแดง 2 สูตร (สูตรที่ 9 และ 14) ในทั้งหมด 17 สูตร เป็นที่ยอมรับในการบริโภคเป็นอย่างดีจากผู้ชิมสูงสุดต่อลักษณะต่าง ๆ ในเรื่องสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และการยอมรับในการบริโภค ปริมาณโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วเขียวนางแดงทั้ง 2 สูตร (สูตรที่ 9 และ 14) เท่ากับร้อยละ 15.23 และ 16.25 ไขมันเท่ากับร้อยละ 9.10 และ 11.95 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ คุณภาพโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วเขียวนางแดงทั้ง 2 สูตร ดังกล่าว (สูตรที่ 9 และ 14) มีคุณภาพของโปรตีนดีขึ้นคือมีค่าของกรดอะมิโน เมทไธโอนีน + ซิสติน เท่ากับร้อยละ 94 และ 97 ค่า PER เท่ากับ 1.92 ± 0.17 และ 2.00 ± 0.11 ตามลำดับ เปรียบเทียบกับอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วเขียวนางแดง สูตรที่ 1 และ 12 ซึ่งทำจากแป้งถั่วเขียวนางแดง แป้งถั่วเขียวนางแดงผสม แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม ซึ่งมีค่า chemical score ของกรดอะมิโนเมทไธโอนีน + ซิสติน เท่ากับร้อยละ 69 เท่ากัน ส่วนค่า PER เท่ากับ 1.60 ± 0.19 และ 1.76 ± 0.12 ในขณะที่ค่า PER ของเคซีน (Casein) เท่ากับ 2.50 ± 0.17 จากการทดลองนี้สรุปได้ว่า แป้งข้าวเจ้า ข้าวโพดบดหยาบ และแป้งสาลี สามารถใช้เสริมคุณค่าของโปรตีนในอาหารขบเคี้ยวที่ทำจากแป้งถั่วเขียวนางแดง และแป้งถั่วเขียวนางแดงผสมแป้งถั่วเขียวผัด หรือ แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม ให้สูงขึ้นและทำให้ สี กลิ่น รสเนื้อสัมผัสดีขึ้นจนเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบสูงกว่าอาหารขบเคี้ยวสูตรที่เหลือ

เอกสารอ้างอิง

- กองโภชนาการ. 2530. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทย ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กรมอนามัย.กรกฎาคม 2530. 48 น.
- กองโภชนาการ. 2533. ตารางแสดงชนิดและปริมาณ กรดอะมิโนในอาหารไทย. กรมอนามัย. มกราคม 2533. 39 น.
- นาค โพธิ์แท่น. 2531. ถั่วเขียวนางแดง. น. 221 - 226. ในพืชไร่ น้ำมันและพืชไร่ตระกูลถั่ว. กลุ่มวิชาการสถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. กันยายน. 2531.
- ประชา บุญญสิริกุล. 2537. บทบาทของเอนไซม์ทรูคเตอร์ที่มีต่ออุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทย. อาหาร. 24:1-12
- สมชาย ชาญณรงค์กุล และชาวลูทผ ไชยนิวัด. 2531. ลักษณะการใช้เทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวของ เกษตรกร. น. 1 - 29. ในรายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเขียวครั้งที่ 3 จัดโดยศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการ เกษตร ณ ศูนย์ส่งเสริมยวเกษตรกรแห่งชาติ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี. 21 - 23 พฤศจิกายน 2531.
- สมชาย บุญประดับ. 2531. สรุปงานวิจัยปรับปรุงการ เพิ่มผลผลิตถั่วเขียวพืดำ. น. 167 - 186. ในรายงานผลการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเขียว ครั้งที่ 3 จัดโดยศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร ณ ศูนย์ส่งเสริมยว เกษตรกรแห่งชาติ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี. 21 - 23 พฤศจิกายน 2531.
- 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. Virginia. 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.
- Chemam, Y.B., Mohamad, N.B. Abdul Karim, and T.K. Tan. 1992. Evaluation of flour high - protein rice - soy snack formulations. J.Fd.Sci. Technol. 27 : 715 - 719.
- Duhan, A., M.C. Bhag, P. Darshan, and C.K. Amin. 1989. Phytic acid content of chickpea (*Cicer arietinum*) and black gram (*Vigna mungo*) : varietal differences and effect of domestic processing and cooking methods. J.Sci. Food Agric. 49 : 449 - 455.
- FAO. 1972. Food Composition Table for Use in East Asia. FAO and US. Department of Health, Education and Welfare. 334 p.
- Hira, C.K., K.K. Jasbir, G.Neta, and K. Anita. 1988. Cooking Quality and Nutritional Evaluation of Rice - Bean (*Vigna umbellata*). J.Fd.Sci. Technol. 25 : 133 - 136.
- Verma, P. and M. Urmil. 1988. Study on physical characteristics, sensory evaluation and the effect of sprouting, cooking and dehulling on the antinutritional factors of rice bean (*Vigna umbellata*) J. Fd. Sci. Technol. 25 : 197 - 200