

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ประจำปีงบประมาณ 2557

1. ชื่อแผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาถั่วเขียว
2. ชื่อโครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาพันธุ์ถั่วเขียว
3. ชื่อกิจกรรม การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวผิวดำ
4. ชื่อกิจกรรมย่อย การศึกษาข้อมูลจำเพาะของพันธุ์
5. ชื่องานทดลอง การพัฒนาการผลิตถั่วงอกจากถั่วเขียวผิวดำและผิวมันสายพันธุ์ดีเด่น เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ
Sprouting methods improvement from elite blackgram and mungbean lines for increase nutrition

6. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง อารดา มาสรี¹

ผู้ร่วมงาน สุมนา งามพ่องใส¹ เซาวนาถ พฤทธิเทพ¹ ชูชาติ บุญศักดิ์¹
ปวีณา ไชยวรรณ¹ วรชมน มงคล¹

บทคัดย่อ

การพัฒนาการผลิตถั่วงอกจากถั่วเขียวผิวดำ และผิวมันสายพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เพื่อศึกษาวิธีการเพาะถั่วงอกและคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเขียวผิวดำ และผิวมัน จำนวน 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ระหว่างปี 2556-2557 โดยเพาะถั่วงอกเป็นชั้นๆ ในถังพลาสติกสีดำ ตามวิธีการเพาะถั่วงอก 7 ระยะ ได้แก่ (1) แช่น้ำ 6 ชั่วโมง (2) เพาะถั่วงอกที่ 24 ชั่วโมง (3) เพาะถั่วงอกที่ 48 ชั่วโมง (4) เพาะถั่วงอกที่ 72 ชั่วโมง (5) เพาะถั่วงอกที่ 72 ชั่วโมงผึ่ง 6 ชั่วโมง (6) เพาะถั่วงอกที่ 72 ชั่วโมงผึ่ง 24 ชั่วโมง และ (7) เพาะถั่วงอกที่ 72 ชั่วโมงผึ่ง 48 ชั่วโมง ผลการทดลอง พบว่า ปริมาณผลผลิตถั่วงอกเพิ่มขึ้นตามระยะการเพาะ โดยที่ระยะเพาะถั่วงอกที่ 72 ชั่วโมงผึ่ง 24 ชั่วโมง ถั่วเขียวผิวมัน และถั่วเขียวผิวดำ ทุกพันธุ์ให้น้ำหนักสดถั่วงอกสูงสุด โดยสายพันธุ์ CNMB 06-02-20-5 และ CNBGL 67-1 ให้ผลผลิตสูงสุด 6,183 และ 6,075 สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ที่ระยะเพาะถั่วงอกที่ 72 ชั่วโมงผึ่ง 48 ชั่วโมง มีปริมาณโปรตีน วิตามินซี เส้นใยหยาบ และคลอโรฟิลล์สูงสุด โดยถั่วเขียวผิวมันสายพันธุ์ CNMB 06-02-20-5 ให้ปริมาณโปรตีน ปริมาณวิตามินซี ปริมาณเส้นใยหยาบ และปริมาณคลอโรฟิลล์สูงสุด เท่ากับ 42.6 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแห้ง) 1.8, 11.15 และ 8.07 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ สำหรับถั่วเขียวผิวดำ สายพันธุ์ CNBGL 67-1 ให้ปริมาณโปรตีน และปริมาณวิตามินซีสูงสุด เท่ากับ 44.1 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแห้ง) และ 2.3 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ขณะที่ระยะเพาะถั่วงอกที่ 24 ชั่วโมง ให้ปริมาณสาร GABA สูงสุด ถั่วเขียวผิวดำ สายพันธุ์ CNBGL 67-1 ให้ปริมาณสาร GABA สูงสุดเท่ากับ 24.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

¹ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท อ.สรรพยา จ.ชัยนาท 17150

¹ Chai Nat Field Crops Research Center, Subphaya, Chai Nat 17150

ABSTRACT

Sprouting methods improvement from elite mungbean and blackgram varieties/lines were conducted in 2013-2014 at Chai Nat Field Crops Research Center to develop into sprouting methods and increased the variation of mungbean and blackgram 6 variety/lines. Seven- stages of consequence germination and sprouting were studied Follows; (1) 6-hours-soaking, (2) 24-hours germination, (3) 48-hours germination, (4) 72-hours sprouting, (5) 72-hours sprouting, and 6 hours drying , (6) 72-hours sprouting, and 24 hours drying, (7) 72-hours sprouting, and 48 hours drying. The amount of sprouts produced increased with increasing sprout periods up to 72 hrs sprouting and 48 hrs drying. CNMB 06-02-20-5 and CNBGL 67-1 gave the highest sprouts weight (6,183 and 6,075 g). It was also found that to 72 hrs sprouting and 48 hrs drying sprouting method achieved higher protein, vitamin C, crude fiber and chlorophyll contents. For mungbean line, CNMB 06-02-20-5 gave the highest protein (42.6%) vitamin C (1.8 mg/100 g) crude fiber (11.16 mg/100 g) and chlorophyll contents. (8.07 mg/100 g) For blackgram line, CNBGL 67-1 gave the highest protein (44.1%) and vitamin C (2.2 mg/100 g) contents. Sprout period of 72 hrs had the highest GABA, compared to the others. CNBGL 67-1 had GABA of 24.23 mg/100 g which was greater than the others.

keywords: Blackgram, Mungbean, Sprouting methods, nutrition

คำนำ

ถั่วเขียว (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยที่สำคัญพืชหนึ่ง (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553) เมล็ดใช้บริโภคโดยตรง หรือแปรรูปเป็นอาหารประเภทต่างๆ อาทิ วุ้นเส้น แป้งถั่วเขียว และขนมต่างๆ เป็นต้น ถั่วเขียวเป็นพืชล้มลุก อายุสั้น มีระบบรากลึก จึงทำให้มีความสามารถทนแล้งได้ดีพอสมควร ในประเทศไทย ถั่วเขียวสามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิด แต่เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนซุย มีการระบายน้ำดี (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2539) การใช้ประโยชน์ของถั่วเขียวในรูปของถั่วอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ความต้องการใช้ถั่วเขียวผิวดำและผิวมัน สำหรับเพาะถั่วอกมีถึง 70,000 ตัน ความต้องการถั่วอกเฉพาะตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร โดยเฉลี่ยมากกว่าวันละ 200 ตัน ซึ่งต้องใช้เมล็ดถั่วเขียวมากกว่า 40 ตัน โดยเมล็ดถั่วเขียวที่นำมาเพาะถั่วอกนั้นมีทั้งถั่วเขียวผิวมัน และถั่วเขียวผิวดำ เมื่อนำมาเพาะเป็นถั่วอกจะมีความแตกต่างกัน ถั่วอกที่เพาะจากเมล็ดถั่วเขียวผิวดำ หรือที่เรียกว่า “ถั่วแขก” จะมีลักษณะสีขาว มีความกรอบ และรสชาติดีกว่า ถั่วเขียวผิวมัน สีของต้นถั่วอกที่เพาะจากถั่วเขียวผิวดำจะทนต่อการเปลี่ยนสีได้ดีกว่าและเก็บได้นานกว่าถั่วเขียวผิวมัน (อารดา และคณะ, 2551) ในบรรดาผักทั้งหมดถั่วอกใช้เวลาเพาะสั้นที่สุด คือประมาณ 3 ถึง 5 วัน

ก็สามารถนำมารับประทานได้ มีรายงานว่า ในถั่วงอกมีสารให้คุณค่าทางโภชนาการ เช่น โพรตีน แร่ธาตุ วิตามินซี วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 สารกลุ่มฟีนอล (Phenolic compound) (Cevallos-Casals, B.A. and Cisneros-Zevallos.L, 2010) โดยสารให้คุณค่าทางโภชนาการ เช่น โพรตีนมีหน้าที่สำคัญต่อโครงสร้างและกิจกรรมภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด แร่ธาตุ ประกอบด้วย โซเดียม มีความจำเป็นในการบำรุงรักษาสมดุลน้ำของร่างกาย ผนังเซลล์จำเป็นต้องใช้เกลือแร่ตัวนี้เพื่อนำเข้าสารอาหารจากกระแสเลือด (สรจักร และ สุรศักดิ์, 2550) โปแตสเซียม มีหน้าที่ควบคุมความสมดุลของน้ำในร่างกาย มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงและต่ำ การขาดโปแตสเซียมจะมีอาการอ่อนเพลีย การทำงานของกล้ามเนื้อเสื่อม กล้ามเนื้อไม่มีแรง (ยงยุทธ โอสภสธา, 2546) แคลเซียม เป็นเกลือแร่ที่มีมากที่สุดในร่างกาย (ควีน ขาวหนู, 2522) ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของกระดูกและฟัน มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของระบบประสาทและการหดตัวของกล้ามเนื้อ (สรจักร และ สุรศักดิ์, 2550) สำหรับวิตามินซี มีบทบาทกว้างขวางในหลายระบบได้แก่ Hydroxylation ของ prolin เพื่อสร้าง collagen ซึ่งเป็นองค์ประกอบของกระดูก กระดูกอ่อน ฟันและผนังเส้นเลือด ฤทธิ์ฆ่าเชื้อของเม็ดเลือดขาว นอกจากนี้วิตามินซียังทำหน้าที่รีดิวซ์ เหล็กจาก ferric ion (+2) เป็น ferrous ion (+3) ช่วยเพิ่มการดูดซึมของเหล็กในกระเพาะอาหาร เป็นต้น หน้าที่สำคัญของวิตามินซีอีกอย่างหนึ่ง คือ เป็นแอนติออกซิแดนซ์ ในเซลล์ของร่างกาย ช่วยป้องกันความเสียหายของเนื้อเยื่อ ซึ่งมีส่วนสำคัญในการป้องกันโรค วิตามินเอ หน้าที่ ช่วยในเรื่องการทำงานของระบบการมองเห็น โดยจะมีส่วนในการควบคุมการทำงานของเซลล์ประสาทรับแสง (Photoreceptor Cell) ใน เรตินา (Retina) ของในตา (นพพร ศุภพิพัฒน์, 2551) สารประกอบ ฟีนอล (Phenolic compounds) มีคุณสมบัติในการจับพวกอนุมูลอิสระป้องกันเซลล์ไม่ให้ถูกทำลาย สารประกอบฟีนอลที่พบในพืชมีคุณสมบัติที่ดีต่อสุขภาพ ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจและป้องกันการเกิดมะเร็งได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาร sulforaphanes ซึ่งมีในปริมาณสูงในถั่วงอก เมื่อบริโภคปริมาณ 1 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ สามารถลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งได้ร้อยละ 50 (Randhir, R. and Shetty, K. 2005) จะเห็นได้ว่าถั่วงอกมีสารให้คุณค่าทางโภชนาการซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกายเป็นอย่างมาก พันธุ์ถั่วงอกที่นำมาใช้ในการเพาะงอกมีหลากหลายสายพันธุ์ ทั้งถั่วงอกเขียวถั่วงอกดำ และถั่วงอกดำ พันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมถั่วงอก (อารดา และคณะ, 2551) เมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดต้องการปัจจัยสำหรับการงอกในระดับที่แตกต่างกัน ปัจจัยที่มีผลต่อการเพาะงอกของเมล็ดพันธุ์ที่สำคัญ ได้แก่ น้ำ อุณหภูมิ ออกซิเจน แสงสว่าง ปัจจัยเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารให้คุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดถั่วงอก ในการงอกแต่ละช่วงเวลาจึงได้ตรวจวิเคราะห์หาสารต่างๆ ที่มีทั้งคุณประโยชน์และโทษในช่วงระยะเวลาการงอกต่างๆ ของถั่วงอก เพื่อหาสภาวะในการงอก และการเก็บรักษาที่เหมาะสมที่จะทำให้ถั่วงอกเต็มคลอโรฟิลล์ คงคุณค่าทางโภชนาการไว้ได้มากที่สุด เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่เป็นประโยชน์สูงสุดต่อร่างกาย ประกอบกับปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญอาหารเสริมสุขภาพจากธรรมชาติมากขึ้น เพื่อป้องกันการเกิดโรคนอกจากนี้เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับถั่วงอกเพื่อการบริโภคภายในประเทศและเพื่อการส่งออก

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ถั่วเขียวผิวมัน และผิวดำสายพันธุ์ดีเด่น และพันธุ์มาตรฐาน 6 พันธุ์/สายพันธุ์
 - ถั่วเขียวผิวมัน ได้แก่ สายพันธุ์ CNMB 06-02-20-5 CNMB 06-01-40-4 และพันธุ์ชัชนาท 84-1
 - ถั่วเขียวผิวดำ ได้แก่ สายพันธุ์ CNBGL 67-1, CNBGL 3-8 และพันธุ์ชัชนาท 80
2. อุปกรณ์การเพาะถั่วงอก
3. อุปกรณ์ตรวจสอบคุณภาพเมล็ด
4. เครื่องเพาะถั่วงอกอนามัยอัตโนมัติ
5. อุปกรณ์ตรวจสอบความหวาน (Refractometer)
6. อุปกรณ์ตรวจสอบความแน่นเนื้อ (Firmnesstester)
7. ชุดวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ (โปรตีน วิตามินซี เส้นใยหยาบ น้ำตาล สารกาบ้า และปริมาณคลอโรฟิลล์)

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ CRD 3 ซ้ำ กรรมวิธี ประกอบด้วย ระยะการเพาะงอก 7 ระยะ

1. ระยะที่ 1 แช่น้ำ 6 ชั่วโมง
2. ระยะที่ 2 งอกที่ 24 ชั่วโมง
3. ระยะที่ 3 งอกที่ 48 ชั่วโมง
4. ระยะที่ 4 งอกที่ 72 ชั่วโมง (ใบเลี้ยง 2 ใบ)
5. ระยะที่ 5 งอกที่ 72 ชั่วโมง ผึ่งแดดร่มรำไรเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง
6. ระยะที่ 6 งอกที่ 72 ชั่วโมง ผึ่งแดดร่มรำไรเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง
7. ระยะที่ 7 งอกที่ 72 ชั่วโมง ผึ่งแดดร่มรำไรเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง

วิธีปฏิบัติการทดลอง ปี 2556 ดำเนินการทดลองในถั่วเขียวผิวดำ 3 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ CNBGL 67-1, CNBGL 3-8 และพันธุ์ชัชนาท 80 ปี 2557 ดำเนินการทดลองในถั่วเขียวผิวมัน 3 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ CNMB 06-02-20-5, CNMB 06-01-40-4 และพันธุ์ชัชนาท 84-1

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ด

- การตรวจสอบความชื้นของเมล็ด โดยชั่งเมล็ดถั่วเขียวตัวอย่างละ 250 กรัม จำนวน 2 ซ้ำ ต่อสิ่งทดลอง วัดความชื้นโดยใช้เครื่องวัดความชื้นไฟฟ้า Steinlite SB 900
- การตรวจสอบความงอก ใช้เมล็ดตัวอย่างละ 50 เมล็ด 4 ซ้ำ เพาะในกระดาดเพาะที่ชุ่มน้ำ ม้วนกระดาดแล้วใส่ลงในถุงพลาสติกปิดปากถุง วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประเมินความงอกภายหลังการเพาะ 7 วัน
- การตรวจสอบความแข็งแรง ด้วยวิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (Aging Test) โดยใช้เมล็ดตัวอย่างละ 200 เมล็ด ใส่ในตะแกรงลวดสแตนเลส รูปทรงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร นำตะแกรงลวดใส่ในโหลที่มีน้ำอยู่ 100 มิลลิเมตร โดยให้ระดับน้ำต่ำกว่าเมล็ดในตะแกรงประมาณ 2-3 เซนติเมตร ปิดฝาขวดโหลให้สนิทเพื่อ

ปรับความชื้นสัมพัทธ์ภายในขวด ให้เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์วางขวดโหลในตู้อบอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมง นำเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุมาทดสอบความงอก

การเพาะถั่วงอกด้วยถั่วงอกคอนโดโดยเพาะเป็นชั้นๆในถังพลาสติกสีดำ และรดน้ำวันละ 3 – 4 ครั้งต่อวัน ตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยระยะที่ 5-7 นำถั่วงอกมาผึ่งแดดร่มรำไร เป็นระยะเวลา 6-48 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างทุกระยะการเพาะถั่วงอก

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ นำตัวอย่างถั่วงอกเขียวผิวดำและผิวมันที่เพาะถั่วงอกแต่ละระยะมาทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) และนำมาบดให้ละเอียดเก็บตัวอย่างในภาชนะปิดสนิทเก็บไว้วิเคราะห์คุณค่าของทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณโปรตีนตามวิธี Kjeldahl method (AOAC, 1990) ปริมาณน้ำตาล และเส้นใยหยาบ ตามวิธี Phenol-sulfuric acid assay และ somogyi-nelson method (Lai., 2010) ปริมาณสารกาบ้า ดัดแปลงวิธีของ Kitaoka and Nakano (1969) และปริมาณวิตามินซี ด้วยการไทเทรตกับ 2,6-dichlorophenolindophenol (Eitenmiller and Landen, 2003)

การบันทึกข้อมูล

1. คุณภาพของเมล็ดถั่วงอกเขียวผิวดำและผิวมัน
2. เปอร์เซ็นต์ความงอก ความแข็งแรง
3. ความกว้าง ความยาวต้นอ่อน
4. ความหวาน ความแน่นเนื้อของถั่วงอก
5. ผลผลิตถั่วงอก
6. ปริมาณโปรตีน เส้นใยหยาบ (crude fiber) ปริมาณน้ำตาล ปริมาณสารกาบ้า และปริมาณวิตามินซี

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการทดลอง

ระยะเวลา : ตุลาคม 2555 - กันยายน 2557

สถานที่ดำเนินการทดลอง : ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท

ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณภาพเมล็ดก่อนนำมาเพาะถั่วงอก

ความชื้น ความแข็งแรง และความงอก

เมล็ดถั่วงอกเขียวผิวดำสายพันธุ์ CNBGL 67-1, CNBGL 3-8 และพันธุ์ชัยนาท 80 มีความชื้นเมล็ดระหว่าง 11.98-12.5 เปอร์เซ็นต์ ความแข็งแรง 83-85 เปอร์เซ็นต์ และความงอก 95-98 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ถั่วงอกเขียวผิวมัน CNMB 06-02-20-5, CNMB 06-01-40-4 และพันธุ์ชัยนาท 84-1 มีความชื้นเมล็ดระหว่าง 11.37-12.05 เปอร์เซ็นต์ ความแข็งแรง 83-85 เปอร์เซ็นต์ และความงอก 91-95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

คุณภาพถั่วงอกหลังการเพาะถั่วงอก

ความยาวต้นอ่อน และความกว้างต้นอ่อน

จากการวัดความยาวต้นอ่อน ถั่วเขียวผิวดำ และผิวดำที่ผ่านการเพาะถั่วงอก จะเริ่มวัดในระยะที่ 4 เป็นระยะถั่วงอกเจริญเติบโตเต็มที่เพื่อการบริโภค และระยะที่ 5-7 เป็นระยะถั่วงอกใบเขียว พบว่า ความยาวต้นอ่อนของถั่วงอกจากถั่วเขียวผิวดำและผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ต้นอ่อนสั้นที่สุดที่ระยะที่ 4 และเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ระยะที่ 7 สายพันธุ์ถั่วเขียวผิวดำเพิ่มขึ้นจาก 5.0 - 9.9 เซนติเมตร ขณะที่พันธุ์ชัชวาท 84-1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบให้ความยาวต้นอ่อนเพิ่มขึ้นจาก 4.8-12.1 เซนติเมตร สำหรับสายพันธุ์ถั่วเขียวผิวดำ เพิ่มขึ้นจาก 4.6 - 9.7 เซนติเมตร ขณะที่พันธุ์ชัชวาท 80 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบให้ความยาวต้นอ่อนเพิ่มขึ้นจาก 3.7 - 11.9 เซนติเมตร สำหรับความกว้างต้นอ่อน พบว่า ถั่วงอกจากถั่วเขียวผิวดำ และผิวดำ ทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ให้ความกว้างต้นอ่อนมากที่สุดที่ระยะที่ 4 คือเพาะถั่วงอกที่ 72 ชั่วโมง โดยถั่วเขียวผิวดำและผิวดำ สายพันธุ์ CNBGL67-1 และ CNMB 06-01-40-4 ให้ความกว้างต้นอ่อนมากที่สุด 3.8 และ 3.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ความหวาน และความแน่นเนื้อ

ถั่วเขียวผิวดำทั้ง 3 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ผ่านการเพาะถั่วงอก ให้ความหวานสูงสุดที่ระยะ ที่ 4 เพาะถั่วงอกที่ 72 ชั่วโมง ระหว่าง 6.0-7.2 เปอร์เซ็นต์ โดยสายพันธุ์ CNMB 06-02-20-5 ให้ความหวานสูงสุดเท่ากับ 7.2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นความหวานในทุกพันธุ์/สายพันธุ์ลดลงต่ำสุดที่ระยะที่ 7 เพาะถั่วงอกที่ 72 ชั่วโมง ผึ่ง 48 ชั่วโมง ทำนองเดียวกับถั่วเขียวผิวดำทั้ง 3 พันธุ์/สายพันธุ์ พบว่า ให้ความหวาน สูงสุดที่ระยะที่ 4 โดยทั้ง 3 พันธุ์/สายพันธุ์ ให้ความหวานระหว่าง 6.4-7.3 เปอร์เซ็นต์ โดยสายพันธุ์ CNBGL67-1 ให้ความหวานสูงสุดเท่ากับ 7.3 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นความหวานลดลงต่ำสุดที่ระยะที่ 7 อยู่ระหว่าง 4.6-5.6 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) สำหรับความแน่นเนื้อ พบว่า ถั่วเขียวผิวดำและผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ให้ความแน่นเนื้อสูงสุดที่ระยะ 4 โดยถั่วเขียวผิวดำ และผิวดำให้ความแน่นเนื้อระหว่าง 3.1-3.2 และ 3.0-3.1 นิวตัน/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

น้ำหนักสดถั่วงอก

พบว่า ถั่วเขียวผิวดำและผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ให้น้ำหนักสดถั่วงอกสูงสุดที่ระยะ 6 เพาะถั่วงอกที่ 72 ชั่วโมง ผึ่ง 24 ชั่วโมง ระหว่าง 6,077-6,183 และ 5,873-6,075 กรัม ตามลำดับ โดยถั่วเขียวผิวดำสายพันธุ์ CNMB 06-02-20-5 ให้น้ำหนักสดสูงสุด 6,183 กรัม ในขณะที่ถั่วเขียวผิวดำสายพันธุ์ CNBGL67-1 ให้น้ำหนักสดสูงสุด 6,075 กรัม (ตารางที่ 5)

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

ปริมาณโปรตีน และสารกาบ้า

ผลการเพาะถั่วงอกถั่วเขียวผิวดำและผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน พบว่ามีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นระหว่างการเพาะจากระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 7 โดยถั่วเขียวผิวดำเพิ่มขึ้นจาก 30-42 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแห้ง) ถั่วเขียวผิวดำเพิ่มขึ้นจาก 30 - 44 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6) เนื่องจากสารไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนบางชนิด เช่น กรดนิวคลีอิก ถูกสร้างขึ้น เป็นสาเหตุทำให้ระดับปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองการเพาะงอกของพืชตระกูลถั่ว พบว่า เมื่อมีการเพาะงอกจะเพิ่มขึ้นจาก 26-32 เปอร์เซ็นต์ (Abdus, et al., 1989; Rodriguez, et al., 2008)

การวิเคราะห์ปริมาณสารกาบ้า พบว่า ถั่วเขียวผิวมัน และผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ที่ผ่านการเพาะถั่วงอก สารกาบ้าเพิ่มขึ้นจากระยะเริ่มต้นการแช่น้ำที่ 6 ชั่วโมง และสูงสุดที่ระยะที่ระยะ 4 เพาะถั่วงอกที่ 72 ชั่วโมง จากนั้นสารกาบ้าจะลดลง โดยถั่วเขียวผิวมันให้สารกาบ้าอยู่ระหว่าง 19.65-21.51 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม สายพันธุ์ CNMB 06-02-20-5 ให้สารกาบ้าสูงสุด 21.51 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ในทำนองเดียวกันถั่วเขียวผิวดำให้สารกาบ้าอยู่ระหว่าง 20.41-24.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม สายพันธุ์ CNBGL67-1 ให้สารกาบ้าสูงสุด 24.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (ตารางที่ 6) สอดคล้องกับการเพาะงอกข้าวกล้อง พบว่า ปริมาณสารกาบ้าเพิ่มจากระยะเริ่มต้นในข้าวกล้อง 6.0 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เมื่อผ่านการเพาะ 96 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นเป็น 149 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (Saikura., *et al.*,2005)

ปริมาณน้ำตาล และเส้นใยหยาบ

พบว่า ปริมาณน้ำตาลของถั่วเขียวผิวมันและผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ผ่านการเพาะถั่วงอก 7 ระยะจะมี ปริมาณน้ำตาลเปลี่ยนแปลง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7 เมื่อนำถั่วเขียวมาแช่น้ำเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จะมีปริมาณ น้ำตาลลดลงต่ำที่สุดในทุกพันธุ์/สายพันธุ์ ต่อจากนั้นเมื่อเพาะงอกถึงระยะที่ 4 ในถั่วเขียวผิวมัน และระยะที่ 5 ใน ถั่วเขียวผิวดำ พบว่า ปริมาณน้ำตาลเพิ่มสูงสุด จากนั้นปริมาณน้ำตาลจะคงที่และลดลง ในระยะที่ 6 และ 7 ทั้งนี้ เนื่องจากในระหว่างกระบวนการเพาะงอกองค์ประกอบทางเคมีเมล็ดพืชจะเปลี่ยนแปลงกิจกรรมทางชีวเคมี ซึ่งจะ สร้างสารประกอบที่สำคัญ และพลังงานเพื่อใช้ในการงอก ไฮโดรไลติกเอนไซม์ จะถูกกระตุ้นทำหน้าที่ย่อยสลาย สารประกอบโมเลกุลใหญ่ เช่น แป้ง ทำให้โมเลกุลเล็กลง ผลการย่อยสลายนี้ทำให้เพิ่มปริมาณน้ำตาลในเมล็ดที่งอก และในระหว่างการงอก และในระหว่างการงอกของเมล็ดถั่วเขียว ก็จะมีการนำน้ำตาลไปใช้เป็นแหล่งของพลังงานใน การงอกของเมล็ด จึงทำให้ปริมาณน้ำตาลหลังจากเพิ่มสูงสุดแล้วไม่เพิ่มอีก และยังคงปริมาณลง (El-Adawy,*et al.*,2005) ผลการเพาะถั่วงอกถั่วเขียวผิวมันและผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใย หยาบ พบว่า ปริมาณเส้นใยหยาบเพิ่มขึ้นระหว่างการเพาะ โดยเพิ่มสูงสุดที่ระยะที่ 7 (เพาะถั่วงอก 72 ชั่วโมง ผึ่ง 48 ชั่วโมง) ในถั่วเขียวผิวมันและผิวดำทุกพันธุ์/สายพันธุ์ โดยถั่วเขียวผิวมันให้เส้นใยหยาบอยู่ระหว่าง 10.7- 11.24 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแห้ง) ถั่วเขียวผิวดำอยู่ระหว่าง 6.03-8.69 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) เนื่องจากระหว่าง การงอกของถั่วเขียวหรือเมล็ดพืชทั่วไปจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีทำให้ปริมาณเส้นใยหยาบเพิ่มขึ้นเมื่อ ระยะเวลาการงอกเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ El-Adawy,*etal.*,(2005) ที่ทำการเพาะงอกพืชตระกูลถั่ว เป็นระยะเวลา 120 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณเส้นใยหยาบเพิ่มขึ้นจาก 6.15-8.65 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณวิตามินซี และคลอโรฟิลล์

การเพาะถั่วงอกถั่วเขียวผิวมัน และผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ผ่านระยะเวลาการเพาะงอกทั้ง 7 ระยะ พบว่า ปริมาณวิตามินซีจะเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ระยะ 7 คือ เพาะถั่วงอก 72 ชั่วโมง ผึ่ง 48 ชั่วโมง โดยถั่วเขียว ผิวมันให้วิตามินซีอยู่ระหว่าง 1.26-1.84 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ถั่วเขียวผิวดำให้วิตามินซีอยู่ระหว่าง 1.68-2.24 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (ตารางที่ 8) สอดคล้องกับ Fernandez-Orozco, *et al.*, (2008) ที่ทำการเพาะถั่วเขียว พบว่า เพิ่มมากขึ้นในวันที่ 3 ถึง 2.8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และสูงสุดในวันที่ 7 เช่นเดียวกัน

สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในถั่วเขียวผิวมัน และผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ผ่านการเพาะถั่วงอกทั้ง 7 ระยะ ในช่วงการเพาะที่ระยะ 1-4 จะคงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ทั้งนี้ เนื่องจากเมล็ดถั่วเขียวกำลังเจริญเติบโตเป็นลำต้นและเริ่มสร้างใบ ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อนำมาผึ่งแดดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และสูงสุดที่ระยะ 7 ที่นำออกผึ่งแดดที่ 48 ชั่วโมง โดยถั่วเขียวผิวมันให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ อยู่ระหว่าง 7.15-8.99 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ถั่วเขียวผิวดำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ อยู่ระหว่าง 6.48-6.99 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (ตารางที่ 8) จะเห็นได้ว่าถั่วเขียวผิวมันจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าถั่วเขียวผิวดำ เนื่องจากมีการเจริญเติบโตหรือมีการงอกได้ดีกว่า และสร้างใบเลี้ยงสองใบขึ้นมา ก่อนถั่วเขียวผิวดำ (Figure 1)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพัฒนาการผลิตถั่วงอกจากถั่วเขียวผิวดำและผิวมันสายพันธุ์ดีเด่นศึกษาเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ จำนวน 6 พันธุ์/สายพันธุ์ เพื่อศึกษาความแตกต่างของคุณค่าทางโภชนาการที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเพาะถั่วงอก 7 ระยะ ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ในปี 2556-2557 สรุปได้ดังนี้

1. ถั่วเขียวผิวมันและผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ให้น้ำหนักสดถั่วงอกสูงสุดที่ระยะ เพาะถั่วงอกที่ 72 ชั่วโมง ผึ่ง 24 ชั่วโมง ระหว่าง 6,077-6,183 และ 5,873-6,075 กรัม ตามลำดับ โดยถั่วเขียวผิวมันสายพันธุ์ CNMB 06-02-20-5 ให้น้ำหนักสดสูงสุด 6,183 กรัม ในขณะที่ถั่วเขียวผิวดำสายพันธุ์ CNBGL67-1 ให้น้ำหนักสดสูงสุด 6,075 กรัม
2. ถั่วเขียวผิวมันและผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ให้ความหวาน และความแน่นเนื้อสูงสุดที่ระยะการเพาะถั่วงอกที่ 72 ระหว่าง 6.0 - 7.3 เปอร์เซ็นต์ และ 3.0-3.2 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ
3. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ถั่วเขียวผิวมันและผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ให้ปริมาณโปรตีน เส้นใยหยาบ วิตามินซี และคลอโรฟิลล์สูงสุด ระยะการเพาะถั่วงอกที่ 72 ชั่วโมง ผึ่ง 48 ชั่วโมง
4. ปริมาณน้ำตาล ถั่วเขียวผิวมัน และถั่วเขียวผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ให้ปริมาณน้ำตาลสูงสุดที่ระยะการเพาะถั่วงอก 72 ชั่วโมง และการที่เพาะ 72 ชั่วโมง ผึ่ง 6 ชั่วโมง
5. สำหรับปริมาณสารกาบ้าถั่วเขียวผิวมัน และถั่วเขียวผิวดำทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ให้ปริมาณสารกาบ้าสูงสุดที่ระยะการเพาะถั่วงอก 72 ชั่วโมง
6. ผลการทดลองทั้งหมด เสนอแนะว่า การเพาะถั่วงอกที่ระยะการเพาะที่ 72 ชั่วโมง ในถั่วเขียวผิวมัน และผิวดำให้ความหวาน และความแน่นเนื้อ และปริมาณสารกาบ้าสูงสุด ขณะที่การเพาะที่ 72 ชั่วโมง ผึ่ง 24 ชั่วโมง ให้น้ำหนักสดถั่วงอกสูงสุด และการเพาะที่ 72 ชั่วโมง ผึ่ง 48 ชั่วโมง ให้ปริมาณโปรตีน เส้นใยหยาบ วิตามินซี และคลอโรฟิลล์ สูงสุด

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำข้อมูลที่ได้ แนะนำการพัฒนาการผลิตถั่วงอกจากถั่วเขียวผิวดำและผิวกว้างฝอยพันธุ์ดีเด่นศึกษา เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เพื่อให้ได้ผลผลิตถั่วงอกสดสูงสุด และถั่วงอกมีคุณค่าทางโภชนาการ เพื่อแนะนำ ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเขียวผิวกว้าง และผิวดำในเขตภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลาง และผู้ผลิตถั่วงอกต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ควัน ขาวหนู. 2552. โภชนศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: อักษรบัณฑิต.

ยงยุทธ โอสธสภ. 2546. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
สรจักร ศิริบริรักษ์ และสุนศักดิ์ รักษมาน. 2006. วิตามินและเกลือแร่. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น
สถาบันวิจัยพืชไร่. 2539. ถั่วเขียว. หน้า 135-148. ใน เอกสารการปลูกพืชไร่. สถาบันวิจัยพืชไร่.
กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อารดา มาสรี สุมนา งามผ่องใส จิราลักษณ์ ภูมิไธสง เซาวนาถ พฤทธิเทพ นริลักษณ์ วรรณสาย อรรณพ
กสิวิวัฒน์ และ รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ 2551. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวผิวดำเพื่อผลผลิตสูง: การ
เปรียบเทียบพันธุ์ในไร่เกษตรกร. ใน: รายงานผลการวิจัยปี 2550. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท
สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Abdus Sattar, S. K. Durrani, F. Mahmood, A. Ahmad and I. Khan. 1989. Effect of Soaking and
Germination Temperatures on Selected Nutrients and Antinutrients of Mungbean. Food
Chemistry 34: 111-120

AOAC 1990. Official Methods of Analysis of AOAC International. 15th ed. Arlington, VA:
Association of Official Chemists International.

Cevallos-Casals, B. A., and Cisneros-Zevallos, L. 2010. Impact of germination on phenolic
content and antioxidant activity of 13 edible seed species. Food Chemistry 119:
1485-1490

Eitenmiller, R. R., and Landen, W. O. 2003. Vitamin analysis. Vitamin Analysis for the Health
and Food Sciences 2:175-187.

El-Adawy, T. A., Rahma, E. H., El-Bedawey, A. A., and El-Beltagy, A. E. 2003. Nutritional
potential and functional properties of germinated mung bean, pea and lentil seeds.
Plant Foods for Human Nutrition 58: 1-13.

Fernandez-Orozco, R., Frias, J., Zielinski, H., Piskula, M. K., Kozłowska, H., and Valverde,
C. 2008. Kinetic study of the antioxidant compounds and antioxidant capacity during
germination of *Vigna radiate* cv. *Emerald*, *Glycine max* cv. *Jutro* and *Glycine max* cv.
Merit. Food Chemistry 111: 622-630.

Ghnaya, A. B., Charles, G., Hourmant, A., Haminda, J. B., and Branchard, M. 2009. Physiological

- behavior of four rapeseed cultivar. Physiology 332: 365-370.
- Komatsuzakia, N., Tsukaharab, K., Toyoshimac, H., Suzukic, T., Shimizu, N., and Kimuru, T. 2007. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. Journal of Food Engineering 78: 556-560.
- Kitaoka, S., and Nakano, Y. 1969. Colorimetric Determination of α -Amino acids. The Journal of Biochemistry 66: 87-95.
- Lai, F., Wen, Q., Li, L., Wu, H., and Li, X. 2010. Antioxidant activities of water-soluble polysaccharide extracted from mung bean (*Vigna radiate* L.) hull with ultrasonic assisted treatment. Carbohydrate Polymers 81: 323-329.
- Moongngarm, A., and Saetung, N. 2010. Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice. Food Chemistry 122: 782-788.
- Ohtsubo, K., Suzuki, K., Yasuri, Y., and Kasumi, T. 2005. Bio-functional components in the processed pre-germinated brown rice by a twin-screw extruder. Journal of Food Composition and Analysis 18: 303-316.
- Randhir, R., and Shetty, K. 2005. Developmental stimulation of total phenolics and related antioxidant activity in light and dark-germinated corn by natural elicitors. Process Biochemistry 40: 1721-1732.
- Roriguez, C., Frias, J., Valverde, V., and Hernandandez, A. 2008. Correlation between some nitrogen fractions, lysine, histidine, tyrosine, and ornithine contents during the germination of peas, beans, and lentils. Food Chemistry 108: 245-252.
- Saikusa, T., Horino, T., and Mori, Y. 1994. Accumulation of γ -aminobutyric acid (GABA) in the rice germ during water soaking. Biochemistry 58: 2291-2292.
- Veluppillai, S., Nithyanantharajah, K., Vasantharuba, S., Balakumar, S., and Arasaratnam, V. 2009. Biochemical changes associated with germinating rice grains and germination improvement. Rice Science 16: 240-242.

Table 1 Moisture strength and germination of seeds mungbean and blackgram

seeds characteristic	Mungbean				Blackgram	
	CNMB 06-02-20-5	CNMB 06-01-40-4	CN 84-1	CN 80	CNBGL 67-1	CNBG L3-8
Moisture (%)	11.37	12.01	12.05	12.17	11.98	12.5
Strength (%)	85	83	84	83	85	84
Germination (%)	95	91	94	95	98	96

Table 2 Hypocotyl length and hypocotyl width of sprouts characteristic from mungbean and blackgram at seven-stages of consequence germination and sprouting

Stages of consequence germination and sprouting	Hypocotyl length (cm.)					
	Mungbean			Blackgram		
	CNMB 06-02-20-5	CNMB 06-01-40-4	CN 84-1	CN 80	CNBGL 67-1	CNBG L3-8
1. 6-hours-soaking	-	-	-	-	-	-
2. 24-hours germination	-	-	-	-	-	-
3. 48-hours germination	-	-	-	-	-	-
4. 72-hours sprouting	5.8	5.0	4.8	3.7	5.2	4.6
5. 72-hours sprouting and 6 hours drying	6.9	6.7	6.4	6.5	7.0	6.2
6. 72-hours sprouting and 6 hours drying	9.5	9.6	9.7	8.3	8.1	7.3
7. 72-hours sprouting and 6 hours drying	9.6	9.9	12.1	11.9	9.7	9.4

Stages of consequence germination and sprouting	Hypocotyl width (mm.)					
	Mungbean			Blackgram		
	CNMB 06-02-20-5	CNMB 06-01-40-4	CN 84-1	CN 80	CNBGL 67-1	CNBG L3-8
1. 6-hours-soaking	-	-	-	-	-	-
2. 24-hours germination	-	-	-	-	-	-
3. 48-hours germination	-	-	-	-	-	-
4. 72-hours sprouting	3.4	3.5	3.3	3.2	3.8	3.2
5. 72-hours sprouting and 6 hours drying	3.0	3.3	3.2	2.8	2.8	2.8
6. 72-hours sprouting and 6 hours drying	2.6	3.0	3.2	2.6	3.3	2.7
7. 72-hours sprouting and 6 hours drying	3.1	2.6	3.0	2.6	3.2	2.1

Table 3 Brix of sprouts characteristic from mungbean and blackgram at seven-stages of consequence germination and sprouting

Stages of consequence germination and sprouting	Brix (%)					
	Mungbean			Blackgram		
	CNMB 06-02-20-5	CNMB 06-01-40-4	CN 84-1	CN 80	CNBGL 67-1	CNBG L3-8
1. 6-hours-soaking	-	-	-	-	-	-
2. 24-hours germination	-	-	-	-	-	-
3. 48-hours germination	-	-	-	-	-	-
4. 72-hours sprouting	7.2	7.0	6.0	6.4	7.3	6.4
5. 72-hours sprouting and 6 hours drying	5.9	5.6	6.0	6.3	6.2	6.3
6. 72-hours sprouting and 6 hours drying	5.6	5.9	5.9	5.3	5.9	5.2
7. 72-hours sprouting and 6 hours drying	4.5	4.6	4.5	4.6	5.6	5.2

Table 4 Firmness of sprout characteristic from mungbean and blackgram at seven-stages of consequence germination and sprouting

Stages of consequence germination and sprouting	Firmness (newton)					
	Mungbean			Blackgram		
	CNMB 06-02-20-5	CNMB 06-01-40-4	CN 84-1	CN 80	CNBGL 67-1	CNBG L3-8
1. 6-hours-soaking	-	-	-	-	-	-
2. 24-hours germination	-	-	-	-	-	-
3. 48-hours germination	-	-	-	-	-	-
4. 72-hours sprouting	3.1	3.1	3.0	3.1	3.2	3.1
5. 72-hours sprouting and 6 hours drying	3.0	3.1	3.0	2.4	2.9	2.5
6. 72-hours sprouting and 6 hours drying	3.0	3.1	2.9	2.7	3.1	3.0
7. 72-hours sprouting and 6 hours drying	3.0	2.5	2.6	2.7	3.0	2.9

Table 5 Sprout fresh weight of sprout characteristic from mungbean and blackgram at seven-stages of consequence germination and sprouting

Stages of consequence germination and sprouting	Sprout fresh weight (g)					
	Mungbean			Blackgram		
	CNMB 06-02-20-5	CNMB 06-01-40-4	CN 84-1	CN 80	CNBGL 67-1	CNBG L3-8
1. 6-hours-soaking	1,964 d	1,836 cd	1,877 d	1,971 d	1,688 d	1,875 d
2. 24-hours germination	1,847 c	2,119 c	2,284 c	2,405 cd	2,049 c	2,011 c
3. 48-hours germination	3,531 b	3,028 b	2,895 b	2,703 c	2,871 b	2,804 b
4. 72-hours sprouting	5,869 ab	5,496 ab	5,431 ab	5,603 ab	5,809 ab	5,735 ab
5. 72-hours sprouting and 6 hours drying	6,135 ab	6,083 a	5,969 a	5,735 ab	6,012 ab	5,936 ab
6. 72-hours sprouting and 6 hours drying	6,383 a	6,141 a	6,077 a	5,873 a	6,075 a	6,005 a
7. 72-hours sprouting and 6 hours drying	5,752 ab	5,536 ab	5,421 ab	5,333 ab	5,668 ab	5,475 ab
CV (%)	8.3	9.4	9.1	8.8	11.1	9.2

Means in the same column followed by a common letter are no significantly at the 5% level by DMRT

^{1/} mungbean and blackgram seed 1,000 g

Table 6 Protein and GABA of sprout characteristic from mungbean and blackgram at seven-stages of consequence germination and sprouting

Stages of consequence germination and sprouting	Protein (%)					
	Mungbean				Blackgram	
	CNMB 06-02-20-5	CNMB 06-01-40-4	CN 84-1	CN 80	CNBGL 67-1	CNBG L3-8
1. 6-hours-soaking	30.96 c	30.66 d	30.61 d	32.98 cd	33.02 d	31.16 d
2. 24-hours germination	31.85 c	30.08 d	31.41 cd	30.33 d	31.75 e	32.46 cd
3. 48-hours germination	32.80 c	32.53 c	31.58 cd	34.28 c	35.38 cd	34.65 c
4. 72-hours sprouting	34.74 bc	35.43 bc	33.44 b	38.74 bc	32.85 de	34.31 c
5. 72-hours sprouting and 6 hours drying	36.16 b	36.29 bc	35.27 ab	40.42 b	39.07 b	38.82 b
6. 72-hours sprouting and 6 hours drying	38.68 b	38.75 b	37.30 ab	42.33 ab	41.92 ab	40.47 ab
7. 72-hours sprouting and 6 hours drying	42.57 a	42.32 a	39.65 a	42.92 a	44.06 a	42.66 a
CV (%)	6.0	4.2	4.5	4.4	4.8	3.8
Stages of consequence germination and sprouting	GABA (mg/100 g)					
	Mungbean				Blackgram	
	CNMB 06-02-20-5	CNMB 06-01-40-4	CN 84-1	CN 80	CNBGL 67-1	CNBG L3-8
1. 6-hours-soaking	5.86 cd	5.71 cd	5.02 d	5.13 c	6.05 cd	6.69 bc
2. 24-hours germination	3.40 d	3.21 d	3.77 e	3.79 d	5.25 cd	6.88 bc
3. 48-hours germination	21.51 a	20.6 a	19.65 a	24.23 a	23.11 a	20.41 a
4. 72-hours sprouting	8.82 c	8.82 c	7.40 e	11.43 b	8.55 c	7.58 bc
5. 72-hours sprouting and 6 hours drying	17.31 b	15.16 b	11.49 b	22.7 ab	17.33 b	19.75 ab
6. 72-hours sprouting and 6 hours drying	7.31 cd	8.91 c	11.22 bc	8.17 bc	4.06 d	8.31 bc
7. 72-hours sprouting and 6 hours drying	8.59 c	8.82 c	8.42 c	4.32 d	5.54 cd	9.80 b
CV (%)	13.3	13.4	9.0	12.8	15.1	13.9

Means in the same column followed by a common letter are no significantly at the 5% level by DMRT

Table 7 Reducing sugar of sprout characteristic from mungbean and blackgram at seven-stages of consequence germination and sprouting

Stages of consequence germination and sprouting	Reducing sugar (mg/100 g)					
	Mungbean			Blackgram		
	CNMB 06-02-20-5	CNMB 06-01-40-4	CN 84-1	CN 80	CNBGL 67-1	CNBG L3-8
1. 6-hours-soaking	3.89 g	5.43 f	4.54 f	2.28 f	2.41 f	2.05 e
2. 24-hours germination	12.52 f	15.01 e	13.34 e	10.75 e	2.47 f	4.23 e
3. 48-hours germination	44.16 e	35.66 d	33.94 d	31.3 d	25.09 e	22.95 d
4. 72-hours sprouting	82.77 a	89.97 a	79.54 a	53.34 b	60.27 b	62.62 ab
5. 72-hours sprouting and 6 hours drying	69.80 c	69.78 c	61.34 c	75.58 a	68.12 a	65.09 a
6. 72-hours sprouting and 6 hours drying	75.95 b	77.58 b	76.62 ab	47.60 c	50.45 c	58.55 b
7. 72-hours sprouting and 6 hours drying	67.12 cd	67.13 c	71.05 b	50.47 bc	38.18 d	37.4 c
CV (%)	2.6	4.3	4.8	4.2	3.2	6.1
Stages of consequence germination and sprouting	Crude fiber (%)					
	Mungbean			Blackgram		
	CNMB 06-02-20-5	CNMB 06-01-40-4	CN 84-1	CN 80	CNBGL 67-1	CNBG L3-8
1. 6-hours-soaking	5.19 g	3.63 g	3.31 g	3.73 f	4.95 e	4.81 d
2. 24-hours germination	5.61 f	5.17 f	3.89 f	4.32 e	6.14 d	5.22 cd
3. 48-hours germination	5.67 e	5.84 e	4.27 e	5.38 c	6.37 c	5.56 cd
4. 72-hours sprouting	7.79 d	6.10 d	5.31 d	4.75 e	6.38 c	6.52 bc
5. 72-hours sprouting and 6 hours drying	8.22 c	7.65 c	6.42 c	5.72 b	6.65 b	7.71 ab
6. 72-hours sprouting and 6 hours drying	8.84 b	8.96 b	8.60 b	5.76 c	6.37 c	8.09 a
7. 72-hours sprouting and 6 hours drying	11.16 a	10.7 a	11.02 a	6.03 a	6.99 a	8.69 a
CV (%)	4.3	4.2	4.4	2.8	2.5	7.8

Means in the same column followed by a common letter are no significantly at the 5% level by DMRT

Table 8 Vitamin C and Chlorophyll of sprout characteristic from mungbean and blackgram at seven-stages of consequence germination and sprouting

Stages of consequence germination and sprouting	Vitamin C (mg/100 g)					
	Mungbean			Blackgram		
	CNMB 06-02-20-5	CNMB 06-01-40-4	CN 84-1	CN 80	CNBGL 67-1	CNBG L3-8
1. 6-hours-soaking	0.94 f	1.03 e	1.01 d	1.39 b	1.72 c	1.38 cd
2. 24-hours germination	0.74 g	0.83 f	1.00 d	1.07 d	1.12 f	1.02 e
3. 48-hours germination	1.24 e	1.17 d	0.97de	1.21 cd	1.45 e	1.36 d
4. 72-hours sprouting	1.37 d	1.28 b	1.09 c	1.27 bc	1.83 b	1.64 b
5. 72-hours sprouting and 6 hours drying	1.47 c	1.21 c	1.11 c	1.28 bc	1.55 d	1.52 bc
6. 72-hours sprouting and 6 hours drying	1.54 b	1.04 e	1.17 b	1.65 a	1.68 c	1.63 b
7. 72-hours sprouting and 6 hours drying	1.84 a	1.43 a	1.26 a	1.68 a	2.24 a	1.9 a
CV (%)	1.5	1.6	1.2	4.3	1.7	4.1
Stages of consequence germination and sprouting	Chlorophyll (mg/100 g)					
	Mungbean			Blackgram		
	CNMB 06-02-20-5	CNMB 06-01-40-4	CN 84-1	CN 80	CNBGL 67-1	CNBG L3-8
1. 6-hours-soaking	0.09 de	0.06 cd	0.07 de	0.05 cd	0.06 de	0.04 de
2. 24-hours germination	0.13 d	0.08 cd	0.09 de	0.05 cd	0.07 d	0.05 de
3. 48-hours germination	0.22 cd	0.09 cd	0.17 d	0.13 cd	0.19 cd	0.11 d
4. 72-hours sprouting	0.24 cd	0.20 c	0.24 d	0.18 c	0.20 cd	0.17 d
5. 72-hours sprouting and 6 hours drying	2.43 c	2.23 bc	2.37 c	2.28 bc	2.33 c	2.20 c
6. 72-hours sprouting and 6 hours drying	5.64 b	4.82 b	6.46 b	3.45 b	4.89 b	3.05 b
7. 72-hours sprouting and 6 hours drying	8.99 a	7.98 a	7.15 a	6.48 a	6.99 a	6.69 a
CV (%)	2.5	2.6	2.2	2.3	2.7	3.1

ภาคผนวก



(A) Black plastic container (B) Mungbean and blackgram seeds (C) Soak mungbean seeds with warm water 6 hrs



(G) 72- hours sprouting

(H) 72- hours sprouting and 6 hours drying



(I) 72- hours sprouting and 24 hours drying

(J) 72- hours sprouting and 48 hours drying of mungbean



(K) 72- hours sprouting and 48 hours drying of blackgram

Figure 1. Procedure of toxic free condo mungbean sprouts (A-K)