

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากถั่วเขียวในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน
Development of Mungbean Processed Products at the Household
Enterprise Level

อารดา มาสริ^{1/} สุมนา งามพองใส^{1/} ชูชาติ บุญศักดิ์^{1/}
ปวีณา ไชยวรรณ^{1/} สุวิมล ถนอมทรัพย์^{2/}
Arada Masari^{1/} Sumana Ngampongsai^{1/} Choochat Bunsak^{1/}
Paveena Chaiwan^{1/} Suwimol Thanomsub^{2/}

ABSTRACT

Development of mungbean processed products for household enterprises was conducted at Chai Nat Field Crops Research Center. The main purpose was to develop and improve the major three processed products of mungbean, namely mungbean sprouts, mungbean vermicelli and a fried mungbean. Production technique of mungbean sprouts in this study was potential for household enterprise with 6,075 kg of sprouts from 1 kg of mungbean seeds (the ratio of 1:6). The nutritional values of sprouts from suggested technique consisted of protein (44%), vitamin C (2.3 mg) and GABA (24.23 mg.) per 100 g. Simple process and equipments used for mungbean vermicelli production could be appropriate for household enterprises. Quality of mungbean vermicelli was high with the highest toughness of 1,009 BU and transparent white in colour. This can be further developed for health-concern consumers by adding herbs in such as pandan, butterfly pea or sappan tree. For fried mungbean, the best technique before frying was to refrigerate and boil them in order to make it crispy from the outside and soft from the inside as well as a nutty taste. This technique also prolonged the shelf-life without rancid odour. There were 3,382 interested people from 49 provinces had requested the training in processing mungbean products. The extension of this technology also resulted in

^{1/} ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท อ. เมือง จ. ชัยนาท 17000 โทร. 0-5640-5080

^{1/} Chai Nat Field Crops Research Center, Muang, Chai Nat Province 17000

^{2/} สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

^{2/} Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Chatuchak, Bangkok 10900

forming of production groups to increase their revenue about 7,000-10,000 bahts per month.

Key words: mungbean sprouts vermicelli, fried mungbean, household enterprise

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากถั่วเขียวในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากถั่วเขียว 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การผลิตถั่วงอกคอนโด การผลิตวุ้นเส้น และการผลิตถั่วเขียวทอด ผลการดำเนินงาน พบว่า กระบวนการผลิตถั่วงอกคอนโดแบบปลอดสารพิษ สามารถผลิตได้ในระดับครัวเรือน ผลผลิตถั่วงอกคอนโดสูงสุด 6,075 ก. ต่อเมล็ดถั่วเขียว 1 กก. (1 : 6) เมื่อนำไปวิเคราะห์ คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า มีปริมาณโปรตีนสูงสุด 44 % วิตามินซี และสารกาบ้า 2.3 และ 24.2 มก./ 100 ก. ตามลำดับ การผลิตวุ้นเส้นในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือนมีกระบวนการผลิตไม่ซับซ้อนได้วุ้นเส้นคุณภาพดีมีสีขาวใส ค่าความเหนียวสูงสุด 1,009 BU ได้ต่อยอดผลิตเป็นวุ้นเส้นสมุนไพรใบเตย อัญชัน และฝาง สำหรับถั่วเขียวทอดพัฒนาขั้นตอนการผลิตโดยผ่านการแช่เย็น ก่อนเพื่อให้มีความกรอบด้านนอกและนุ่มด้านใน ได้เผยแพร่เทคโนโลยีให้ผู้สนใจสามารถนำไปผลิตเพื่อเป็นอาชีพได้ มีผู้สนใจจาก 49 จังหวัด มาขอรับบริการ การแปรรูปถั่วเขียว จำนวน 3,382 ราย ผลการ

ถ่ายทอดมีการรวมกลุ่มทำเป็นอาชีพทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น 7,000 - 10,000 บาท/เดือน

คำหลัก: ถั่วเขียว ถั่วงอก วุ้นเส้น ถั่วเขียวทอด ผลิตภัณฑ์ การแปรรูป อุตสาหกรรมครัวเรือน

คำนำ

ถั่วเขียว (Mungbean) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna radiata* (L.) Wilczek จัดอยู่ในกลุ่มพืชที่ผลิตเพื่อใช้ประโยชน์ภายในประเทศด้วยการบริโภคโดยตรง และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ถั่วเขียวจัดเป็นพืชที่มีศักยภาพในอนาคต เพราะมีปริมาณความต้องการใช้ภายในประเทศเพิ่มขึ้นทุกปี มีการนำถั่วเขียวไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมที่สำคัญ ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตวุ้นเส้นซึ่งมีมูลค่าการตลาดประมาณ 2,500 ล้านบาท/ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากความต้องการบริโภควุ้นเส้นเนื่องจากวุ้นเส้นที่ผลิตจากถั่วเขียวมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำสุดซึ่งเป็นผลดีกับผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน และโรคหัวใจ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ด้วย (Komindr et al., 2001) ถั่วเขียวเมื่อผลิตเป็นถั่วงอก จะให้พลังงานต่ำ มีเยื่อใยสูง ในถั่วงอกมีสารให้คุณค่าทางโภชนาการ เช่น โปรตีน แร่ธาตุ วิตามินซี วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 สารกลุ่มฟีนอล และสาร GABA (Cevallos-Casals and Cisneros-Zevallos. L, 2010; Randhir and Shetty, 2005) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาร sulforaphanes ซึ่งมีปริมาณสูงในถั่วงอก

(Randhir and Shetty, 2005) พันธุ์ถั่วเขียวที่นำมาใช้ในการเพาะงอกมีหลายพันธุ์ ทั้งถั่วเขียวผิวมันและผิวดำ (อารดา และคณะ, 2551) เมล็ดถั่วเขียวแต่ละพันธุ์ต้องการปัจจัยสำหรับการงอกในระดับที่ต่างกัน ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารให้คุณค่าทางโภชนาการในเมล็ดถั่วเขียวในการงอกแต่ละช่วงเวลาด้วย ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท กรมวิชาการเกษตร ได้พัฒนาการผลิตถั่วงอกคอนโด ซึ่งใช้เรียกการเพาะถั่วงอกแบบหลายชั้นในภาชนะทรงสูงสามารถแยกรากจากต้นโดยทำการตัดได้ง่ายและสะดวก ถั่วงอกที่ได้สะอาดและปลอดภัยจากสารพิษ ซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน (อารดา, 2555) นอกจากนี้ยังได้พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตวุ้นเส้นในระดับครัวเรือน ให้ได้วุ้นเส้นเหนียว สีขาวใส และพัฒนาเป็นวุ้นเส้นสมุนไพรที่ดีต่อสุขภาพ พัฒนาเทคนิคการทำถั่วเขียวทอดให้มีความกรอบนอกนุ่มใน แตกต่างจากถั่วเขียวทอดที่จำหน่ายในท้องตลาด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อขยายผลนำเทคโนโลยีพัฒนาการผลิตถั่วงอกแบบคอนโด การผลิตผลิตภัณฑ์วุ้นเส้นสมุนไพร และการผลิตถั่วทอดในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พัฒนาการผลิตถั่วงอกคอนโด

1.1 การศึกษาคุณลักษณะของถั่วงอกจากถั่วเขียวผิวมันและผิวดำ

นำเมล็ดถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ชัยนาท 84-1 และถั่วเขียวผิวดำสายพันธุ์ CNBGL 67-1 ปลูก

ในช่วงที่ฤดูแล้ง มาศึกษาการเพาะถั่วงอก คัดเลือกเมล็ด ตรวจสอบคุณภาพเมล็ด เปอร์เซ็นต์ความงอก ความแข็งแรง ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ จากนั้นนำมาเพาะงอกในถังพลาสติกสีดำ เป็นเวลา 3 วัน หรือ 72 ชม. รดน้ำวันละ 3-4 ครั้ง บันทึกข้อมูล ลักษณะถั่วงอก ความกว้าง ความยาวของไฮโปคอตทิล ความกรอบ ความหวานรสชาติของถั่วงอก และความแน่นเนื้อของถั่วงอก

1.2 การศึกษาระยะเวลาเพาะที่เหมาะสมในการผลิตถั่วงอกเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ

ทำการทดลองเพาะถั่วงอกคอนโดปลอดสารพิษ วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ โดยนำเมล็ดถั่วเขียวผิวมันและผิวดำเพาะเป็นชั้นๆ แบบคอนโดในถังพลาสติกสีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 นิ้ว จำนวน 3 ชั้น ประกอบด้วย 7 ระยะเวลาดังนี้ คือ 1) แช่น้ำ 6 ชม. 2) งอกที่ 24 ชม. 3) งอกที่ 48 ชม. 4) งอกที่ 72 ชม. 5) งอกที่ 72 ชม. ผึ่งในที่ร่ม 6 ชม. 6) งอกที่ 72 ชม. ผึ่งในที่ร่ม 24 ชม. 7) งอกที่ 72 ชม. ผึ่งในที่ร่ม 48 ชม. บันทึก น้ำหนักถั่วงอก คุณภาพถั่วงอก เก็บตัวอย่างถั่วงอก วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน เส้นใยหยาบ สาร GABA วิตามินซี และคลอโรฟิลล์

1.3 เปรียบเทียบขนาดถังพลาสติกในการผลิตถั่วงอกคอนโด

ใช้ถังพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 14 16 และ 26 นิ้ว ในการเพาะถั่วงอกคอนโด โดยเพาะเป็นชั้น ๆ ดังนี้ ถังพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 นิ้ว เพาะจำนวน 3 ชั้น และ

ขนาด 14 16 และ 26 นิ้ว เพาะจำนวน 4 ชั้น โดยแช่เมล็ดถั่วเขียวอัตรา 300, 600, 800 และ 1,200 ก. ตามลำดับของขนาดถังพลาสติก ล้างเมล็ดถั่วเขียวใส่ในภาชนะเพาะ วางตะแกรงลวดวงกลมขนาดเท่าภาชนะเพาะมีขา ตามด้วยการวางตะแกรงพลาสติก แล้วโรยเมล็ดถั่วเขียวที่แช่น้ำแล้วเกลี่ยเมล็ดให้สม่ำเสมอ ความหนาประมาณ 1 ซม. ปิดทับด้วยผ้ากระสอบ จะเพาะถั่วออกได้ 1 ชั้น จากนั้นชั้นที่ 2 วางตะแกรงพลาสติกโรยเมล็ดถั่วเขียว ปิดทับด้วยผ้ากระสอบครบ 3-4 ชั้น รดน้ำทุกวัน วันละ 3 ครั้ง เป็นเวลา 72 ชม.

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นเส้นถั่วเขียว และวุ้นเส้นสมุนไพรในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน

2.1 การศึกษาคุณสมบัติของแป้งและการผลิตวุ้นเส้นจากถั่วเขียว

ทำการผลิตวุ้นเส้นถั่วเขียวตามวิธีการของ ชูชาติและคณะ (2557) วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ใช้เมล็ดถั่วเขียว 3 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ CNMB 06-01-40-4 CNMB 06-03-60-7 และพันธุ์ชัชนาท 72 นำเมล็ดถั่วเขียวกะเทาะซีกโดยใช้เครื่องมือบดถั่วเขียว จากนั้นนำถั่วเขียวแช่น้ำเป็นเวลา 3 ชม. ล้างเยื่อหุ้มเมล็ดออก นำไปบดในเครื่องมือบดถั่วเขียวผ่านเข้าเครื่องกรองแยกกาก เพื่อแยกกากถั่วเขียวออกจากน้ำแป้งและน้ำโปรตีน จากนั้นตกตะกอนแป้ง ด้วยน้ำเปล่า 3 ครั้ง ล้างแป้งด้วยน้ำสะอาดจนกระทั่งแป้งมีสีขาว นำแป้งตากแดดให้แห้ง บด และร่อนแป้งให้ละเอียดนำแป้งแห้งที่ได้

ไปใช้ในการผลิตวุ้นเส้น โดยแบ่งแป้งถั่วเขียว 3 กก. ออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของแป้งดิบ และแป้งกาว โดยแป้งกาวใช้สัดส่วน 1 : 10 ให้ความร้อนจนจนแป้งใสและเหนียวเป็นแป้งเปียกหรือแป้งกาว การนวดแป้ง นำแป้งดิบส่วนแรกใส่ลงในเครื่องนวดแป้ง แล้วเทแป้งกาวผสมลงไปนวดให้เข้ากันในเครื่องนวดแป้งนาน 30 นาที โดยขณะนวดให้เติมน้ำเย็นทีละน้อยจนแป้งที่ได้มีความเหนียว เทก้อนแป้งออกจากเครื่องแล้วนำมานวดต่อด้วยมือ จนแป้งเหนียวเป็นเส้นยาวติดต่อกัน จากนั้นนำแป้งใส่ภาชนะโรยเส้นลงในน้ำเดือดเมื่อแป้งสุกจะลอย ล้างเส้นลงในน้ำเย็นเพื่อหยุดความร้อนจะได้วุ้นเส้นสด นำเส้นใส่ตู้แช่แข็งประมาณ 24 ชม. จากนั้นนำมาแช่น้ำเพื่อละลายน้ำแข็ง แล้วนำมาผึ่งแดดจะได้วุ้นเส้นแห้ง บันทึกข้อมูล ลักษณะน้ำหนักวุ้นเส้นสด วุ้นเส้นแห้ง สีวุ้นเส้น และความเหนียว

2.3 การผลิตวุ้นเส้นสมุนไพรในระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือน

การผลิตถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมสำหรับผลิตวุ้นเส้นเป็นวุ้นเส้นสมุนไพร โดยการเติมน้ำคั้นสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ใบเตย อัญชัน และ ผาง ในขั้นตอนการกวนแป้งกาว และนวดแป้ง การเตรียมน้ำสมุนไพรใช้ใบเตย 500 ก. หรือ อัญชัน 50 ก. นำมาปั่นกับน้ำ 2,500 มล. สำหรับ ผางใช้ 150 ก. แช่น้ำ 2,500 มล. นาน 24 ชม. กรองเอาเฉพาะส่วนของเหลวมาใช้ ขณะกวนแป้งกาวเติมน้ำสมุนไพรปริมาตร 1,350 มล./แป้งวุ้นเส้น 3 กก. และเติมใสในแป้งนวดอีก 1,200 มล. ในเครื่องนวดแป้ง นวดนาน 30 นาที แล้วนวดต่อ

ด้วยมือ หลังจากนั้นโรยเส้นในน้ำเดือด ได้เส้น สดสมุนไพรแล้วนำไปแช่แข็งนาน 24 ชม. ล้างน้ำ และตากแดดให้แห้ง จะได้เส้นสมุนไพรโดย อัญชัน และฟาง

3. การพัฒนาเทคนิคการผลิตถั้วเขียวทอด

การพัฒนาเทคนิคการผลิตถั้วเขียวทอด ให้มีความกรอบนอกนุ่มใน โดยเพิ่มขึ้นขั้นตอนการแช่ เย็น และควบคุมอุณหภูมิน้ำมันในการทอดให้ร้อน จัดและสม่ำเสมอ โดยนำเมล็ดถั้วเขียวพันธุ์ ชัยนาท 72 กะเพาะซีก 5 กก. นำมาแช่น้ำ 3 ชม. ล้างเปลือกออกแล้วนำมาใส่ถุงพลาสติก ผ่านเทคนิคการแช่เย็นอุณหภูมิ 5 °ซ. 12 ชม. นำ มาล้างน้ำ ต้มในน้ำเดือด 5-10 นาที ฟึ่งถั้วซีก ต้มสุก แล้วผ่านเทคนิคการทอดในน้ำมันที่ร้อน จัดอุณหภูมิความร้อนของน้ำมันทอดสม่ำเสมอ 180 °ซ ตักขึ้นให้สะเด็ดน้ำมัน ใส่เกลือ ปริมาณ 10 ก./ถั้วทอด 1 กก. ร่อนสิ่งเจือปนออก และ บรรจุใส่ในภาชนะจำหน่าย หรือบริโภค

4. การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต ผลิตภัณฑ์ จากถั้วเขียว

เผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยี 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ถั้วอกคอนโด เส้นเส้นสมุนไพร และถั้วเขียวทอด ให้กับกลุ่มเกษตรกร แม่บ้าน เจ้าหน้าที่หน่วยงานของรัฐ และโครงการพระราชดำริฯ สาธิตและจัดนิทรรศการ เผยแพร่ เทคโนโลยีผ่านวิทยุ สื่อสิ่งพิมพ์ในเอกสารเผยแพร่ของศูนย์ฯ และวารสารต่าง ๆ ตลอดจนให้ คำแนะนำ และตอบปัญหาผ่านทางโทรศัพท์

รวมทั้งประเมินผลความพึงพอใจผลิตภัณฑ์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การพัฒนาการผลิตถั้วอกคอนโด

1.1 การศึกษาคุณลักษณะถั้วอกจากถั้วเขียวพิวดำและพิวมัน

ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาถั้วอก 72 ชม. ถั้วเขียวพิวมันให้ผลผลิตถั้วอกสูงสุด 6,075 ก. อัตราการเพาะถั้วอก 1:6 (น้ำหนัก เมล็ดถั้วเขียว : น้ำหนักถั้วอก) ถั้วอกจากถั้วเขียวพิวมันมีลักษณะต้นอวบยาวโดยให้ความยาว และความกว้างต้นอ่อน 5.2 ซม. และ 4.3 มม. ถั้วอกถั้วเขียวพิวดำ มีลักษณะต้นอวบสั้น มีความกว้างและความยาวต้นอ่อน 4.0 มม. และ 4.5 ซม. ความแน่นเนื้อของถั้วอกถั้วเขียวพิวดำ และพิวมันเท่ากันคือ 3.0 นิวตัน ความหวานของ ถั้วอกจากถั้วเขียวพิวดำ 7.3 องศาบริกซ์ กรอบ และไม่มีกลิ่นเหม็นเขียว (Table 1)

1.2 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ระยะเวลาถั้วอกจากถั้วเขียวพิวมัน ทั้ง 7 ระยะเวลาที่ทดสอบพบว่า ที่ระยะเวลา 72 ชม. ฟึ่ง 48 ชม. (Figure 1) ให้ปริมาณโปรตีนสูงที่สุด 41.51% เส้นใยหยาบ 11.03 มก./100 ก. และ คลอโรฟิลล์สูงสุด 8.07 มก./100 ก. ขณะที่ วิตามินซีสูงที่สุดที่ระยะเวลา 72 ชม. ฟึ่งแห้ง 24 ชม. (1.35 มก./100 ก.) แต่สารกาบา มี ปริมาณสูงที่สุดที่ระยะเวลา 72 ชม. (20.61 มก./ 100 ก.ถั้วอก) โดยปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจาก ระยะเวลาที่ 1 ถึง ระยะเวลาออกที่ 7 ตามลำดับ (Table 2) สอดคล้องกับการเพาะงอกข้าว และข้าวโอ๊ต ทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น (Moongngarm

Table 1 Comparison of sprouts characteristic from mungbean and blackgram

Sprouts characteristic	Mungbean	Blackgram
Moisture	12.17	12.05
Root length (cm.)	5.0	5.0
Hypocotyl length (cm.)	5.2	4.5
Hypocotyl width (mm.)	4.3	4.0
Brix (%)	6.9	7.3
Firmness (newton)	3.0	3.0
Sprout fresh weight (g) ^{1/}	6,075	5,873
Seed dry wt. : Sprout fresh wt.	1 : 6	1 : 5.8
Taste	Sweet	Sweet
Smell	no raw smell	no raw smell
Crispiness	crispy	crispy

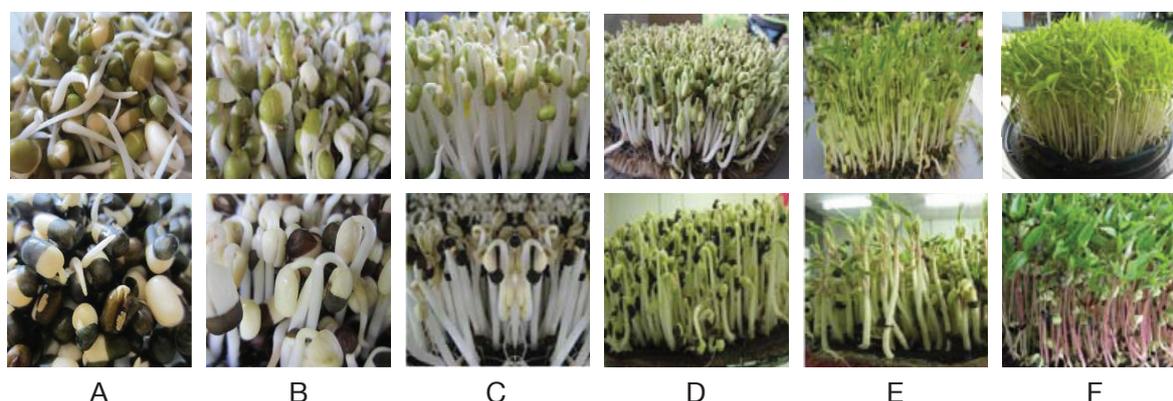


Figure 1 Mungbean (Upper row) and Blackgram (lower row) at different growth stages (A) 24 hrs. germination (B) 48-hrs germination (C) 72- hrs sprouting (D) 72- hrs sprouting and 6 hrs drying (E) 72- hrs sprouting and 24 hrs drying (F) 72- hrs sprouting and drying

and Saetung, 2010) สำหรับถั่วเขียวผิวดำ ปริมาณโปรตีนสูงที่สุด 44 % ที่ระยะเพาะ 72 ชม. ฟั้ง 48 ชม. เช่นเดียวกับ วิตามินซี เส้นใยหยาบ และคลอโรฟิลล์มีปริมาณสูงที่สุด 2.30 7.24 และ 3.34 มก./100ก. ตามลำดับ (Table 3) ขณะที่สารกาบาในถั่วงอกจากถั่วเขียวผิวดำมี ปริมาณสูงที่สุดที่ระยะเพาะงอก 72 ชม. (24.20

มก./100 ก.) เช่นเดียวกับถั่วงอกจากถั่วเขียวผิวดำ สำหรับคลอโรฟิลล์ สอดคล้องกับการทดลองของ El-Adawy *et al.*, (2003) ที่พบว่าช่วงแรก จนถึงระยะเพาะงอก 72 ชม. ปริมาณคลอโรฟิลล์จะคงที่เนื่องจากถั่วเขียวมีการเจริญทาง ลำต้นยังไม่มีการสร้างใบ ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ ไม่เพิ่มขึ้น และเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วที่ระยะ

Table 2 Nutritional value of mungbean at seven-stages of consequence germination and sprouting

Stages of consequence germination and sprouting	Protein (%)	GABA (mg/100 g)	Vitamin C (mg/100 g)	Crude ber (mg/100 g)	Chlorophyll (mg/100 g)
Mungbean					
1. 6-hrs-soaking	30.74 f	5.53d	1.07 ab	4.04 f	0.09 c
2. 24-hrs germination	31.11 f	3.46 d	0.86 b	4.89 ef	0.13 c
3. 48-hrs germination	32.47 e	8.42 c	1.13 ab	5.26 e	0.22 c
4. 72- hrs sprouting	34.54 d	20.61 a	1.25 a	6.40 d	0.24 c
5. 72- hrs sprouting and 6 hrs drying	35.91 c	14.65 b	1.26 a	7.43 c	0.43 c
6. 72- hrs sprouting and 24 hrs drying	38.24 b	8.48 c	1.41 a	8.77 b	5.64 b
7. 72- hrs sprouting and 48 hrs drying	41.51 a	8.63 c	1.35 a	11.03 a	8.07 a
CV (%)	2.1	10.9	11.1	8.4	8.5

Table 3 Nutritional value of blackgram at seven-stages of consequence germination and sprouting

Stages of consequence germination and sprouting	Protein (%)	GABA (mg/100 g)	Vitamin C (mg/100 g)	Crude ber (mg/100 g)	Chlorophyll (mg/100 g)
Blackgram					
1. 6-hrs-soaking	32.39 de	5.96 b	1.50 bc	4.50 b	0.05 c
2. 24-hrs germination	31.51 e	5.31 b	1.07 d	5.23 ab	0.15 c
3. 48-hrs germination	34.77 cd	9.19 b	1.34 c	6.10 ab	0.15 c
4. 72- hrs sprouting	35.30 c	24.20 a	1.58 bc	6.22 ab	0.11 c
5. 72- hrs sprouting and 6 hrs drying	39.44 b	0.15 a	1.45 bc	6.69 a	0.17 c
6. 72- hrs sprouting and 24 hrs drying	41.57 ab	6.85 b	1.66 b	6.74 a	2.61 b
7. 72- hrs sprouting and 48 hrs drying	44.0 a	6.55 b	2.30 a	7.24 a	3.34 a
CV (%)	3.8	12.1	8.3	7.3	7.2

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

เพาะงอก 72 ชม. ฟุ้ง 24 ชม. ถั่วเขียวจะมีการสร้างใบ ถั่วเขียวพืวมันจะมีคลอโรฟิลล์สูงกว่าถั่วเขียวพืวดำเนื่องจากถั่วเขียวพืวมันมีการเจริญเติบโตและสร้างใบเลี้ยงได้เร็วกว่าถั่วเขียวพืวดำ

ถ้าต้องการถั่วงอกที่มีปริมาณสารกาบาสูงก็ต้องเก็บถั่วงอกที่ระยะเพาะงอก 72 ชม. เท่านั้นโดยไม่ต้องมีการฟุ้งทั้งถั่วเขียวพืวมันและถั่วเขียวพืวดำ

1.3 การเปรียบเทียบถังพลาสติกขนาดต่างๆในการผลิตถั่วงอกคอนโด

การเพาะถั่วงอกคอนโดปลอดสารพิษ ที่ระยะ 72 ชม. ให้ผลผลิตสูงสุดสามารถผลิตได้ในระดับครัวเรือน โดยการเพาะในถังพลาสติกสีดำขนาดต่าง ๆ พบว่า ถังพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 14 16 และ 26 นิ้ว ต้องใช้เมล็ดถั่วเขียวในการเพาะจำนวน 300 600 800 และ 2,000 ก. ให้ผลผลิตถั่วงอก 1,800 3,600 4,800 และ 12,000 ก. ตามลำดับ และถั่วงอกที่ได้มีลักษณะ อวบอ้วน หวานกรอบ และปลอดสารพิษ เมื่อเผยแพร่เทคโนโลยี ผู้รับเทคโนโลยีสามารถนำไปผลิตเพื่อเป็นอาชีพได้ ในระดับครัวเรือนเพราะสามารถปฏิบัติได้ง่าย วิธีการไม่ยุ่งยาก โดยสามารถผลิตถั่วงอกได้ 100 กก./วัน ราคาขาย กก.ละ 20 บาท ดังนั้นผู้ผลิตมีรายได้ 2,000 บาท/วัน เมื่อเริ่มการผลิตมีต้นทุนกก.ละ 48 บาท รวมต้นทุนภาชนะเพาะ (Figure 2)

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นเส้นถั่วเขียวและวุ้นเส้นสมุนไพรในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน

ผลการทดลองพบว่าถั่วเขียวสายพันธุ์ CNMB 06-03-60-7 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด 92.64% รองลงมาได้แก่ ถั่วเขียวสายพันธุ์ CNMB 06-01-40-4 และ พันธุ์ชัชวาล 72 มีปริมาณแป้ง 88.89 และ 86.86% ตามลำดับ ทั้ง 3 สายพันธุ์/พันธุ์ มีค่าความเหนียวหนืดของน้ำแป้งสูงอยู่ในระดับเหนียวมาก ระหว่าง 841-1,009 BU วุ้นเส้นมีสีขาวใส เส้นสวย มีคุณภาพดี เส้นเหนียวไม่ขาดง่าย น้ำหนักวุ้นเส้นแห้ง 2,743 – 2,780 ก./แป้งถั่วเขียว 3 กก. (Table 4) ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นเส้นสมุนไพรใบเตย อัญชัน และฟาง ได้วุ้นเส้นมีสีเขียว ม่วง และแดง ตามลำดับ (Figure 3) และให้น้ำหนักวุ้นเส้นแห้งระหว่าง 2.8 - 2.9 กก. จากแป้งถั่วเขียว 3 กก. ในระดับครัวเรือนสามารถผลิตวุ้นเส้นแห้งต่อวันได้ 11 กก. บรรจุ 142 ถุง ๆ ละ 20 บาท รายได้



Figure 2 Upper: Different size plastics box for mungbean spouts, Lower: Procedure of Condo mungbean sprouts : soaking mungbean seeds with warm water for 6 hr then cover by 3-4 layers of kenaf sacks.



Figure 3 Procedure for products of vermicelli (A) Soaked and washed mungbean split seed, (B) Crushed and sieved the starch solution, (C) Mungbean starch before drying, (D) Blending mungbean starch, (E) Making a vermicelli, (F) Frozen vermicelli, (G+H) Dried vermicelli and pack vermicelli in a plastic bag and (I) Pandan, (J) butterfly pea and (K) sappan tree vermicelli

Table 4 Starch analysis, dry and soaked vermicelli characteristics of mungbean

Composition	Lines/Variety		
	CNMB 06-01-40-4	CNMB 06-03-60-7	CN 72
Starch analysis			
Starch content (%)	88.89	92.64	86.86
Paste ^{1/}	3	3	3
Viscosity (BU)	925	841	1009
Vermicelli			
Dry weight ^{2/} (g)	2,780	2,743	2,775
Color	white	white	White
Soaked vermicelli			
Color	white	white	white
Viscosity ^{3/}	5	5	5
Ratio of dry vermicelli weight to Soaked vermicelli	1:5.58	1:5.42	1:5.69

^{1/} Paste score: 1 = Low, 2 = Moderate, 3 = High

^{2/} from mungbean starch 3 kg

^{3/} Viscosity score: 1 = Low 3 = Moderate 5 = High

2,840 บาท ต้นทุน กก.ละ 110 บาท (ไม่รวม อุปกรณ์การผลิต)

3. ผลการพัฒนาเทคนิคการผลิตถั่วเขียวทอด

ผลการทดลองโดยใช้เมล็ดถั่วเขียว ชัยนาท 72 พบว่า ได้สูตรถั่วเขียวทอดที่กรอบ นุ่มใน วิธีการทำที่ไม่ยุ่งยาก ทำได้ง่าย ได้

ถั่วเขียวทอดที่มีความกรอบแตกต่างจากท้องตลาด (Figure 4) ถั่วเขียวกะเทาะซีก 5 กก. จะได้ถั่วเขียวทอดที่มีความกรอบนุ่มใน 4.8 กก. พร้อมบริโภค ต้นทุนกก.ละ 116 บาท ในระดับครัวเรือนสามารถผลิตถั่วทอดได้ 9.6 กก./วัน บรรจุ 170 ถุง ๆ ละ 15 บาท รายได้ 2,550 บาท



Figure 4 Procedure of fried mungbean (A-I) (A) Soak split seeds and remove seed coats, (B) Keep the split seeds in a refrigerator for 1 night, (C) Boil the split seeds, (D) Lay down the split seeds on a screen, (E) Put the seeds on hot oil and remove the left seed coats, (G) Dip up the floating split seeds and lay down and (H) Put some salt and (I) Pack the cooked seeds on blotting paper until reduce heat



Figure 5 The technology transfer of the three mungbean products through demonstration publication, television and training

4. การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต ผลิตภัณฑ์ จากถั่วเขียว

ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์ จากถั่วเขียว ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ โดยการฝึกอบรม ผู้สนใจที่ขอเข้ารับการอบรม ได้แก่ กลุ่ม เกษตรกร แม่บ้าน เจ้าหน้าที่ ผู้ประกอบการ จำนวน 990 ราย และถ่ายทอดผ่านสื่อวิทยุ โทรทัศน์ วารสาร (Figure 5) ได้แก่ สถานีวิทยุ มก.โทรทัศน์ช่องโมเดิร์นไนน์ทีวี ช่อง 7 วารสาร เทคโนโลยีชาวบ้าน และการจัดนิทรรศการ รวม มีผู้ขอเข้ารับบริการจาก 49 จังหวัด จำนวนทั้งสิ้น 2,392 ราย ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการ ติดตามสอบถามพบว่าผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี สามารถนำไปประกอบอาชีพทำให้มีรายได้เพิ่ม ขึ้นเดือนละ 7,000 – 10,000 บาท

สรุปผลการทดลอง

1. การผลิตถั่วงอกคอนโดที่ระยะ 72 ชม. ให้ผลผลิตสูงสุด 6,075 ก./เมล็ดถั่วเขียว 1 กก. (1 : 6) และให้ปริมาณสารกาบาสูงสุด 20.61-24.20 มก./100 ก. ขณะที่ระยะเพาะงอก 72 ชม. ผึ่ง 48 ชม. ให้ปริมาณโปรตีน เส้นใย หยาบ วิตามินซีสูง และโคเลฟิลล์ สูง และสามารถเพาะในถังพลาสติกสีดำขนาดต่าง ๆ ได้ ตามต้องการ วิธีการเพาะง่าย

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วันเส้นถั่วเขียว และวันเส้นสมุนไพรในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน ได้วันเส้นคุณภาพดีมีสีขาวใส ค่าความ เหนียวสูงสุด 1,009 BU ในระดับเหนียวมาก และผลิตเป็นวันเส้นสมุนไพรใบเตย อัญชัน และ

ฝาง มีสีเขียว ม่วง และแดง ตามลำดับ

3. ถั่วเขียวทอดพัฒนาขั้นตอนการผลิต โดยผ่านการแช่เย็น การต้ม และทอดทำให้ได้ถั่ว ทอดที่มีความกรอบนอกนุ่มใน เป็นที่ต้องการของ ผู้บริโภค

4. การถ่ายทอดเทคโนโลยี ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ในกระบวนการที่พัฒนาขึ้น เป็นวิธีการที่ง่าย สามารถประกอบอาชีพทำให้มีรายได้ มีผู้สนใจ จาก 49 จังหวัด จำนวน 2,392 ราย ขอเข้ารับ การอบรม จำนวน 990 ราย สามารถนำไป ประกอบอาชีพทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นเดือนละ 7,000 – 10,000 บาท

เอกสารอ้างอิง

ชูชาติ บุญศักดิ์ สุมนา งามพ่องใส อารดา มาส รี จิราลักษณ์ ภูมิไธสง เชาวนาถ พฤทธิ เทพ สุวิมล ถนอมทรัพย์ และอัจฉรา จอมสง่าวงศ์. 2557. การศึกษาปริมาณ แป้งในถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นเพื่อผลิตวัน เส้น. หน้า 283-284. ใน: รายงานผลการ วิจัยปี 2556 ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทน พลังงาน กรมวิชาการเกษตร กระทรวง เกษตรและสหกรณ์.

อารดา มาสรี สุมนา งามพ่องใส จิราลักษณ์ ภูมิ ไธสง เชาวนาถ พฤทธิเทพ นริลักษณ์ วรรณสาย อรรณพ กลวิวัฒน์ และ รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ 2551. การ ปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวผิวดำเพื่อผลผลิต สูง:การเปรียบเทียบพันธุ์ในไร่เกษตรกร.

- ใน: รายงานผลการวิจัยปี 2550
 ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่
 และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการ
 เกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
 อารดา มาสรี. 2555. ถั่วอกคอนโตไร่สารพิษ
 แบบฉบับของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท. ใน:
 หลากวิธีการเพาะถั่วอกปีอนตลาด.
 กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์ นาคา อินเตอร์
 มีเดีย จำกัด. 88 หน้า
- Cevallos-Casals, B.A. and L. Cisneros-
 Zevallos. 2010. Impact of germination
 on phenolic content and antioxidant
 activity of 13 edible seed species.
Food Chem. 119 .1485–1490.
- El-Adawy, T. A., Rahma, E. H., El-
 Bedawey, A. A. and A. E. El-
 Beltagy. 2003. Nutritional potential
 and functional properties of
 germinated mungbean, pea and
 lentil seeds. *Plant. Food. Hum. Nutr.*
 58: 1-13.
- Fernandez-Orozco, R., Frias, J., Zielinski,
 H., Piskula, M. K., Kozłowska, H.
 and C. Valverde. 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 Chem.* 111: 622-630.
- Komindr S, Ingsriswang S, N. Lerdvuthisophon
 and A. Boontawee. 2001. Effect of
 Long – term Intake of Asian Food
 with Different Glycemic Indices on
 Diabetic Control and Protein
 Conservation in Type 2 Diabetic
 Patients. *J Med. Assoc. Thai.* 84:
 85-97.
- Moongngarm, A. and N. Saetung. 2010.
 Comparison of chemical
 compositions and bioactive
 compounds of germinated rough
 rice and brow rice. *Food Chem.*
 122: 782-788.
- Randhir, R. and K. Shetty. 2005.
 Developmental stimulation of total
 phenolics and related antioxidant
 activity in light and dark-
 germinated corn by natural
 elicitors. *Process Biochem.* 40:
 1721-1732.