

ลักษณะทางกายภาพ ปริมาณน้ำมัน โปรตีน และแอนโทไซยานินในเมล็ดถั่วพู Physical Properties, Oil, Protein and Anthocyanin Content of Winged Bean Seeds

ศิริวรรณ ทิพรัักษ์¹ ภคพร สาทลาลัย¹ นิติรงค์ พงษ์พานิช² และวุฒิชัย ทองดอนแอ¹
Siriwan Tipparak¹ Pakaporn Sathalalai¹ Nitirong Pongpanich² and Wutichai Tongdonae¹

Received: November 10, 2021

Revised: November 23, 2021

Accepted: November 24, 2021

Abstract: The objective of this present study was to evaluate physical properties, oil, protein and anthocyanin content of winged bean seeds among 14 accessions collected by Seed Technology and Crop Improvement Unit, Central Laboratory and Greenhouse Complex, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus. Seed weight, geometric mean diameter: GMD, sphericity, shape, color, seed size, protein content, oil content and total anthocyanin, of mature seeds were evaluated. Extraction methods of oil in winged bean seeds were also studied. The results showed that seeds of 14 winged bean accessions were significantly different for all traits. The hundred seed weights of 14 accessions were between 30.78 - 48.85 mg. They were 5.28 – 6.92 mm of GMD, and 0.78 - 0.94 % of sphericity. The seed shape was round for 9 accessions and oval for 5 accessions. Seed color was brown, dark brown, brown-black, light brown, cream, and purplish black. The chemical composition evaluated for winged bean seed of 14 accessions was 31.44 - 37.63 % protein, 10.37 – 14.69 % oil with the highest total anthocyanin of 12.73 mg / 100 gFW. The winged bean showed 13.09 – 18.29 % of seed oil by the soxhlet extraction method which was higher than those of maceration extraction of 12.64 - 14.69 % of seed oil.

Keywords: Winged bean seed, physical properties, oil, protein, anthocyanin

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ ปริมาณน้ำมัน โปรตีน และแอนโทไซยานินในเมล็ดถั่วพู 14 accessions ที่เก็บรวบรวมโดย หน่วยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พืช ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยประเมินลักษณะ น้ำหนักเมล็ด เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (GMD) ความเป็นทรงกลม (sphericity) รูปร่าง สี ขนาด ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณแอนโทไซยานิน และการศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันในเมล็ดถั่วพู ผลการทดลอง พบว่า เมล็ดถั่วพูทั้ง 14 accessions มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกลักษณะที่ศึกษา โดยเมล็ดถั่วพูมีน้ำหนัก 100 เมล็ด อยู่ระหว่าง 30.78 - 48.85 มิลลิกรัม มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (GMD) ของเมล็ด ระหว่าง 5.28 – 6.92 มิลลิเมตร และมีค่าความเป็นทรงกลมของเมล็ด

¹ ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

¹ Central Laboratory and Greenhouse Complex, Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

² ฝ่ายเครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สำนักงานวิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² National Agricultural Machinery Center, Office of Kamphaeng Saen Campus, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

*Corresponding author: rdiswt@ku.ac.th

ระหว่าง 0.78 - 0.94 เปอร์เซ็นต์ โดยเมล็ดถั่วพุดที่ทำการศึกษามีรูปร่างแบบ round จำนวน 9 accessions และมีรูปร่างแบบ oval จำนวน 5 accessions และมีสีน้ำตาล น้ำตาลเข้ม น้ำตาลดำ น้ำตาลอ่อน ครีมน้ำตาล และ ม่วงดำ ในการประเมินองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ด พบว่า ถั่วพุดมีปริมาณโปรตีนในเมล็ด 31.44 – 37.63 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำมันในเมล็ด 10.37 – 14.69 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณแอนโทไซยานินที่สูงที่สุด เท่ากับ 12.73 มิลลิกรัม / 100 กรัมน้ำหนักสด และยังพบว่า การสกัดน้ำมันด้วยวิธี soxhlet extraction ทำให้สามารถสกัดน้ำมันในเมล็ด ได้ 13.09 – 18.29 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าวิธี maceration extraction ที่สกัดน้ำมันจากเมล็ดถั่วพุดได้ 12.64 - 14.69 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: เมล็ดถั่วพุด ลักษณะทางกายภาพ น้ำมัน โปรตีน แอนโทไซยานิน

คำนำ

ถั่วพุด (*Psophocarpus tetragonolobus* Linn.) เป็นพืชตระกูลถั่ว มีชื่อสามัญ ได้แก่ winged bean, cigarillas, four-cornered bean และ princess bean เป็นไม้เลื้อย มีหัวอยู่ใต้ดินที่สามารถมีชีวิตตลอดไปได้ถ้าดินมีความชื้นเพียงพอ ดังนั้นจึงจัดเป็นพืชยืนต้น แต่เนื่องจากมีส่วนเหนือดินเป็นพืชล้มลุก โดยทั่วไปจึงมักนิยมปลูกเป็นพืชล้มลุก ถั่วพุดมีรูปร่างฝักเป็นสี่เหลี่ยมมีปีก 4 ปีก ภายในฝักมีเมล็ดกลมเรียบ สีขาว ครีมน้ำตาล เขียวซีม้ำดำ และมีลวดลาย (ภัทรพร และ จุลอง, 2556) โดยเฉลี่ยถั่วพุดมีผลผลิตเมล็ด 187.83 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณเปลือกฝักแห้ง 251.75 กิโลกรัมต่อไร่ ใบและเถา 304.83 กิโลกรัมต่อไร่ (นฤมล และคณะ, 2522) ถั่วพุดจัดเป็นพืชอาหารที่ขาดไม่ได้สำหรับวัฒนธรรมการบริโภคของคนไทย ซึ่งนิยมนำฝักอ่อนมาประกอบอาหารประเภทยำหรือกินสด ทั้งที่ความจริงแล้วถั่วพุดนั้นสามารถรับประทานได้ทุกส่วนตั้งแต่ใบ ยอดอ่อน ดอก เมล็ด และราก โดยรากถั่วพุดเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญและประกอบไปด้วยโปรตีน 8 – 10 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของเมล็ดพันธุ์ ถั่วพุดนั้นประกอบไปด้วยโปรตีนร้อยละ 30-37 มีน้ำมันร้อยละ 16-18 มีกรดอะมิโน และกรดไขมันหลายชนิด เช่น กรดโอเลอิกร้อยละ 39 กรดไลโนเลอิกร้อยละ 28 เป็นต้น นอกจากนี้ถั่วพุดยังมีปริมาณไลซีน กรดแอสปาร์ติก และสารโทโคฟีรอลในปริมาณสูง (สุนันทา และคณะ, 2525; สุชาติพิพ, 2551; Allen, 2013) และยังพบว่าน้ำมันเมล็ดถั่วพุดช่วยป้องกันภาวะผิดปกติเนื่องจากการขาดฮอร์โมนเพศ โดยมีฤทธิ์เป็นเอสโตรเจน สามารถลดระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และ LDL-cholesterol และสามารถ

ป้องกันภาวะกระดูกพรุนได้ (ศศิรา และคณะ, 2561) ในเมล็ดของถั่วพุดนอกจากจะมีโปรตีน และไขมันในปริมาณมากยังประกอบด้วยสารสำคัญอื่น เช่น แอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารประกอบไกลโคไซด์หรือเอซิลไกลโคไซด์ จัดอยู่ในกลุ่มของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สามารถพบได้ทั่วไปในผักและผลไม้ที่มีช่วงสีตั้งแต่สีแดงถึงสีน้ำเงิน และพบในธัญพืชที่มีสีแดงถึงดำ โดยพบบริเวณเยื่อหุ้มชั้นนอก (pericarp) และเยื่อหุ้มชั้นใน (aleurone layer) ของเมล็ดพืช (Abdel-Aal and Hucl, 1999; Hu et al., 2003) ซึ่งลักษณะสีที่ปรากฏ และความเข้มสีของเมล็ดธัญพืชที่แตกต่างกันออกไป เช่น สีเหลือง น้ำตาล แดง ม่วง และดำ ขึ้นอยู่กับปัจจัยองค์ประกอบ คือ ชนิดและปริมาณของรงควัตถุที่มีอยู่ในเมล็ดธัญพืช รวมถึงความแตกต่างของสายพันธุ์ การเพาะปลูก ความอ่อนแก่ และระยะเวลาการงอก ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อปริมาณของแอนโทไซยานินในเมล็ดธัญพืชชนิดต่างๆ (Adom and Liu, 2002) นอกจากนี้ถั่วพุดยังใช้เป็นพืชบำรุงดินได้ดี เนื่องจากปมรากของถั่วพุดเป็นที่อาศัยของเชื้อไรโซเบียมที่มีคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ การปลูกถั่วพุดจึงเป็นการเพิ่มไนโตรเจนแก่ดิน และสามารถไถกลบต้นถั่วพุดหลังการเก็บผลผลิตเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดได้จากประโยชน์ของถั่วพุดทั้งที่กล่าวข้างต้น ถั่วพุดจึงเป็นพืชที่ควรค่าแก่การรวบรวมและอนุรักษ์พันธุกรรม การศึกษานี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมและศึกษาลักษณะทางกายภาพ ปริมาณน้ำมัน โปรตีน และแอนโทไซยานินในเมล็ดถั่วพุด เพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในแง่ของการแปรรูปและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รวมถึงการพัฒนาสายพันธุ์ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาลักษณะทางกายภาพเมล็ดพันธุ์ ปริมาณน้ำมัน โปรตีน และแอนโทไซยานินในเมล็ด ถั่วพู มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การรวบรวมเมล็ดพันธุ์ถั่วพู จำนวน 14 ตัวอย่าง จาก 6 แหล่ง ดังนี้ 1) จังหวัดปราจีนบุรี 2) จังหวัดเพชรบูรณ์ 3) จังหวัดนครปฐม

4) จังหวัดราชบุรี 5) จังหวัดอุบลราชธานี 6) เมล็ดพันธุ์ที่ได้มีการรวบรวมและเก็บรักษาไว้ในหน่วยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พืช ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (Table 1)

Table 1 Sources of 14 winged bean accessions.

Accession	Winged bean seeds				
	Province	Country	Accession	Province	Country
ST 01	Ratchaburi	Thailand	ST 08	Nakhon Pathom	Thailand
ST 02	Ratchaburi	Thailand	ST 09	Nakhon Pathom	Thailand
ST 03	Prachin Buri	Thailand	ST 10	Nakhon Pathom	Thailand
ST 04	Phetchaburi	Thailand	ST 11	Nakhon Pathom	Thailand
ST 05	Ubon Ratchathani	Thailand	ST 12	Nakhon Pathom	Thailand
ST 06	Ubon Ratchathani	Thailand	ST 13	Rayong	Thailand
ST 07	Nakhon Pathom	Thailand	ST 14	Maha Sarakham	Thailand

2. การปลูกถั่วพู จำนวน 14 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 6 ต้น โดยวิธีเพาะกล้าในถุงดำขนาดกว้าง x ยาว เท่ากับ 7.50 x 16.50 เซนติเมตร เมื่อดำกล้าถั่วพูมีอายุประมาณ 15 วัน ทำการย้ายปลูกลงในแปลงทดลองของหน่วยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พืช ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ระยะห่างระหว่างแถว 2 เมตร ระยะห่างระหว่างต้น 1 เมตร รองกันหลุมด้วยปุ๋ยหมัก อัตรา 300 กรัมต่อหลุม โดยปุ๋ยหมักมีสมบัติ ดังนี้ 1) ค่า pH เท่ากับ 5.85 2) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 38.48 เปอร์เซ็นต์ 3) สภาพการนำไฟฟ้าในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ 4.83 dS/m 4) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 2.31 เปอร์เซ็นต์ 5) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4.37 เปอร์เซ็นต์ และ 6) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 0.92 เปอร์เซ็นต์ ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กรัมต่อหลุม ที่ 7 วันหลังปลูก ให้ปุ๋ยหมัก อัตรา 100 กรัมต่อหลุม ทุก 15 วัน และให้น้ำแบบสปริงเกอร์ทุก 2 วัน (ดัดแปลงจาก Yulianah *et al.*, 2020)

3. การบันทึกลักษณะทางกายภาพของเมล็ดถั่วพู ดังนี้ 1) รูปร่างเมล็ด 2) สีเมล็ด โดยขนาดและรูปร่างเมล็ดถั่วพูบันทึกตามเกณฑ์การบรรยายลักษณะและข้อมูลการประเมินเบื้องต้นของ International Board for Plant Genetic Resources หรือ IBPGR (IBPGR, 1982) 3) น้ำหนัก 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) ที่ความชื้นเมล็ด 12 เปอร์เซ็นต์ 4) ขนาดเมล็ด ประกอบด้วยความกว้าง ยาว และสูง (มิลลิเมตร) 5) เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต หรือ Geometric Mean Diameter (GMD) โดยคำนวณจากสูตร

เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (GMD) = $(\text{กว้าง} \times \text{ยาว} \times \text{สูง})^{1/3}$

6) ค่าความเป็นทรงกลม (Sphericity) โดยคำนวณจากสูตร

ความเป็นทรงกลม (Sphericity) = ค่า GMD ของเมล็ด / ความยาวเมล็ด

4. การตรวจสอบปริมาณน้ำมันในเมล็ดถั่วพู ด้วยวิธี maceration ร่วมกับ shaker จำนวน 3 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Moradi *et al.*, 2018) ใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย โดยมีน้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) : ปริมาตรตัวทำละลาย (มิลลิลิตร) อัตราส่วน 1 : 8 ร่วมกับการเขย่าด้วยเครื่องเขย่า (shaker) ที่ความเร็วรอบ 200 รอบ/นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นกรองตัวอย่าง นำสารละลายที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง whatman no.1 ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporator (Buchi R-215 : Buchi (Thailand) Co., Ltd.) นำน้ำมันที่สกัดได้ไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักน้ำมันที่ได้ และคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

5. การตรวจสอบปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วพู ด้วยวิธีการหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน Kjeldahl method ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ 1) การย่อยตัวอย่างเมล็ดด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ที่อุณหภูมิ 360 องศาเซลเซียส โดยมีโปแตสเซียมซัลเฟตช่วยเพิ่มจุดเดือดของกรดซัลฟิวริก และมีคอปเปอร์ซัลเฟตเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา 2) การกลั่นซึ่งใช้สารละลายตัวอย่างเมล็ดถั่วพูที่ย่อยแล้ว 10 มิลลิลิตร กรดบอริก 10 มิลลิลิตร และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร กลั่นเป็นเวลา 4 นาที 3) การไทเทรตสารที่ได้จากการกลั่นด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 0.02 นอมาลล์ เมื่อถึงจุดยุติ ทำการคำนวณปริมาณไนโตรเจน และคำนวณหาร้อยละของโปรตีนในเมล็ดถั่วพู จากวิธีของ AOAC 977.02 (ศรีสม, 2544; กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2558) โดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละโปรตีน} = \text{ร้อยละไนโตรเจน} \times 6.25$$

6. การวิเคราะห์แอนโทไซยานินในเมล็ดพันธุ์ถั่วพู (ดัดแปลงจาก Watada and Abbott, 1975) โดยใช้ตัวอย่าง 10 กรัม จำนวน 2 ชั่วโมง นำมาสกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ : ไฮโดรคลอริก : น้ำ อัตราส่วน 85 : 2 : 13 จากนั้นนำสารสกัดมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Thermo spectronic Genesys 10uv : Thermo Scientific Inc.) และคำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานินในรูปของ cyanidin-3-galactoside ซึ่งมีค่า

MW = 449.4 กรัมต่อโมล และค่า extinction coefficient เท่ากับ 958 สูตร Total anthocyanin = $(A_{540} \times \text{Dilution factor} \times 10) \times (\text{extinction coefficient} / 10)$

7. การศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันในเมล็ดถั่วพู ระหว่างการสกัดด้วยวิธี maceration กับวิธี soxhlet extraction โดยนำเมล็ดถั่วพูใน accession ที่มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดมากที่สุดจากการตรวจสอบปริมาณน้ำมันในข้อ 4 จำนวน 5 accessions ทำการตรวจสอบปริมาณน้ำมัน จำนวน 2 ชั่วโมง ด้วยวิธี maceration ร่วมกับ shaker ดังวิธีการในข้อ 4 และตรวจสอบปริมาณน้ำมันด้วยวิธี soxhlet extraction ซึ่งใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย โดยมีน้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) : ปริมาตรตัวทำละลาย (มิลลิลิตร) อัตราส่วน 1 : 8 ทำการสกัดน้ำมันเป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นกรองตัวอย่างและนำสารละลายที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง whatman no.1 ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporator นำน้ำมันที่ได้ไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและชั่งน้ำหนักน้ำมันที่ได้ คำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำมัน (ดัดแปลงจาก กมลวรรณ และคณะ, 2560)

8. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของข้อมูลในแต่ละลักษณะตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ accession โดยใช้วิธี Tukey's HSD test (Tukey's honestly significant difference test)

ผลการทดลอง

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดถั่วพู

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดถั่วพู จำนวน 14 accessions (Table 1) พบว่าถั่วพูมีน้ำหนัก 100 เมล็ด อยู่ระหว่าง 30.78 - 48.85 มิลลิกรัม และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ด ในแต่ละ accession ด้วยวิธี Tukey's HSD พบว่า ถั่วพูมีน้ำหนัก 100 เมล็ด แตกต่างกันทางสถิติและสามารถจัดกลุ่มตามอักษร

ที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันได้ 8 กลุ่ม คือ 1) ST14 น้ำหนัก 100 เมล็ด 48.85 มิลลิกรัม 2) ST03, ST05 และ ST06 น้ำหนัก 100 เมล็ด 43.81 – 45.19 มิลลิกรัม 3) ST13 น้ำหนัก 100 เมล็ด 39.86 มิลลิกรัม 4) ST07 น้ำหนัก 100 เมล็ด 38.47 มิลลิกรัม 5) ST08 น้ำหนัก 100 เมล็ด 36.71 มิลลิกรัม 6) ST02 น้ำหนัก 100 เมล็ด 33.90 มิลลิกรัม 7) ST10, ST11 และ ST12 น้ำหนัก 100 เมล็ด 31.91 – 32.86 มิลลิกรัม และ 8) ST08 น้ำหนัก 100 เมล็ด 36.71 มิลลิกรัม (Table 2) เมื่อคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (GMD) ของเมล็ด พบว่า เมล็ดถั่วพุ่มมีค่า GMD อยู่ระหว่าง 5.28 – 6.92 มิลลิเมตร โดย accession ST14 มีน้ำหนักเมล็ด และค่า GMD ของเมล็ดมากที่สุดและแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดถั่วพุ่มใน accession อื่นจากการศึกษา พบว่า เมล็ดถั่วพุ่มมีรูปร่างแบบ round จำนวน 9 accessions และมีรูปร่างแบบ oval จำนวน 5 accessions โดยมีค่าความเป็นทรงกลมของเมล็ด (Sphericity) ระหว่าง 0.78 - 0.94 % และไม่แตกต่างทางสถิติ เมล็ดถั่วพุ่มมีสีน้ำตาล น้ำตาลเข้ม น้ำตาลดำ น้ำตาลอ่อน ครีมน้ำตาล และม่วงดำ จำนวน 4, 2, 1, 1, 3 และ 3 accessions ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับ Yulianah *et al.* (2020) พบว่า จากการรวบรวมพันธุ์ถั่วพุ่ม 21 สายพันธุ์ เมล็ดถั่วพุ่มมีสีดังกล่าวข้างต้นและสีดำ ขาว และ ม่วง ในขณะที่รูปร่างเมล็ดเป็นแบบ round, oval และ oblong

จากการศึกษาขนาดของเมล็ด พบว่า เมล็ดถั่วพุ่มมีความกว้างเฉลี่ย ระหว่าง 5.3 – 6.7 มิลลิเมตร โดยเมล็ดถั่วพุ่มที่มีความกว้างมากที่สุด เท่ากับ 7.5 มิลลิเมตร คือ ST01 และมีความกว้างน้อยที่สุด เท่ากับ 4.5 มิลลิเมตร คือ ST03 และ ST09 จากการวัดความยาวเมล็ด พบว่า เมล็ดถั่วพุ่มมีความยาวเฉลี่ย 5.9 – 8.9 มิลลิเมตร ซึ่ง ST14 มีความกว้างและความยาวเฉลี่ยของเมล็ดมากที่สุดและแตกต่างทางสถิติกับ accession อื่นจากการวัดความหนา พบว่า เมล็ดถั่วพุ่มมีความหนาเฉลี่ยระหว่าง 4.5 – 6.2 มิลลิเมตร โดย

ST06 พบเมล็ดที่มีความหนา เท่ากับ 8.5 มิลลิเมตร ซึ่งมากที่สุด ส่วน ST02, ST03, ST07, ST10, ST11 และ ST13 พบเมล็ดที่มีความหนาน้อยที่สุด คือ 4.0 มิลลิเมตร (Table 3)

ปริมาณน้ำมัน โปรตีน และแอนโทไซยานินในเมล็ดถั่วพุ่ม

จากการทดลองพบว่า ถั่วพุ่มมีปริมาณโปรตีนในเมล็ดอยู่ระหว่าง 31.44 - 37.63 เปอร์เซ็นต์ โดย accession ST09 มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับ Allen (2013) ที่รายงานไว้ว่า ถั่วพุ่มมีโปรตีนในเมล็ด 30 – 37 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ และ Gandjar (1999) ที่พบว่า ถั่วพุ่มมีโปรตีนในเมล็ด 34.40 เปอร์เซ็นต์ โดยจากการทดลองนี้ accession ST03 และ ST04 มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดน้อยที่สุด คือ 31.63 และ 31.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ด พบว่า ST13 ซึ่งเมล็ดสีม่วงดำ มีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด 12.73 มิลลิกรัม / 100 กรัม น้ำหนักสด รองลงมาคือ ST03, ST05 และ ST06 ซึ่งเมล็ดสีน้ำตาลดำ ม่วงดำ และม่วงดำ ตามลำดับ โดยมีปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ด 11.05, 7.61 และ 6.63 มิลลิกรัม / 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ จากการตรวจสอบปริมาณน้ำมันในเมล็ดพันธุ์ถั่วพุ่ม พบว่า ST 13 มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดมากที่สุดและแตกต่างทางสถิติกับ accession อื่น คือมีปริมาณน้ำมัน เท่ากับ 14.69 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ ST05 มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดน้อยที่สุด คือ 10.37 เปอร์เซ็นต์ (Table 4) ซึ่งใกล้เคียงกับ Allen (2013) และ Gandjar (1999) ที่พบว่า ในเมล็ดถั่วพุ่มมีปริมาณน้ำมัน 15 และ 16.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงนับว่าเมล็ดถั่วพุ่มแม้มีศักยภาพในการผลิตน้ำมัน แต่อย่างน้อยก็เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดถั่วเหลืองที่มีปริมาณน้ำมันในเมล็ด คิดเป็น 18 - 20 เปอร์เซ็นต์ (Clemente and Cahoon, 2009)

Table 2 100 seed weight, seed color and seed shape of 14 winged bean accessions.

Accession	Winged bean seeds				
	100 seed weight ¹ (mg)	GMD (mm)	Sphericity (%)	Shape ²	Color ²
ST 01	31.48 f	6.14 b	0.85	Round	Dark brown
ST 02	33.90 e	5.81 bc	0.82	Round	Dark brown
ST 03	45.19 b	5.52 cd	0.83	Oval	Brown-black
ST 04	36.63 d	5.28 d	0.87	Round	Brown
ST 05	43.81 b	6.15 b	0.81	Oval	Purplish black
ST 06	44.79 b	5.99 bc	0.80	Oval	Purplish black
ST 07	38.47 cd	5.73 bcd	0.87	Round	Cream
ST 08	36.71 d	5.70 bcd	0.88	Round	Brown
ST 09	30.78 f	5.55 cd	0.92	Round	Cream
ST 10	32.80 ef	5.61 cd	0.89	Round	Brown
ST 11	32.86 ef	5.77 bcd	0.88	Round	Brown
ST 12	31.92 ef	5.56 cd	0.94	Round	Cream
ST 13	39.86 c	5.72 bcd	0.78	Oval	Purplish black
ST 14	48.85 a	6.92 a	0.78	Oval	Light brown
<i>F</i> -test	**	**	ns	-	-
C.V. (%)	2.47	3.55	6.66	-	-

¹ = 12 % seed moisture content, ² = Qualitative description based on the winged bean descriptors (IBPGR, 1982)

ns, ** = not significant, significantly different at $p \leq 0.01$, respectively.

Means in the same column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ by Tukey's HSD.

Table 3 Seed size of 14 winged bean accessions.

Accession	Seed size of winged bean														
	Width (mm)					Length (mm)					Thickness (mm)				
	Max	Min	Mean $\pm$ SD			Max	Min	Mean $\pm$ SD			Max	Min	Mean $\pm$ SD		
ST 01	7.5	5.0	6.5	ab	± 0.7	8.0	6.5	7.3	bcde	± 0.5	5.5	4.5	4.9	cd	± 0.3
ST 02	7.0	5.0	5.9	bcd	± 0.7	8.0	6.5	7.0	bcdef	± 0.4	5.5	4.0	4.8	cd	± 0.6
ST 03	6.0	4.5	5.3	d	± 0.5	8.0	5.0	6.7	bcdefg	± 0.9	5.0	4.0	4.7	cd	± 0.4
ST 04	6.0	5.0	5.3	d	± 0.3	7.0	5.5	6.1	fg	± 0.4	7.0	5.5	6.1	b	± 0.4
ST 05	6.5	5.0	5.8	bcd	± 0.4	8.0	7.0	7.6	b	± 0.5	8.0	7.0	7.6	a	± 0.5
ST 06	6.0	5.0	5.9	bcd	± 0.3	8.5	6.5	7.5	bc	± 0.7	8.5	3.5	6.2	b	± 1.6
ST 07	6.5	5.0	5.8	bcd	± 0.5	7.0	5.5	6.6	cdefg	± 0.6	5.5	4.0	4.9	cd	± 0.4
ST 08	7.0	5.0	5.8	bcd	± 0.6	8.5	5.0	6.5	defg	± 0.9	5.5	4.5	5.0	cd	± 0.3
ST 09	6.5	4.5	5.8	bcd	± 0.5	7.0	5.0	6.0	fg	± 0.6	6.0	3.5	4.9	cd	± 0.6

Table 3 (continued)

Accession	Seed size of winged bean								
	Width (mm)			Length (mm)			Thickness (mm)		
	Max	Min	Mean $\pm$ SD	Max	Min	Mean $\pm$ SD	Max	Min	Mean $\pm$ SD
ST 10	7.0	5.0	6.2 abc $\pm$ 0.5	7.0	5.5	6.3 efg $\pm$ 0.5	5.0	4.0	4.5 d $\pm$ 0.5
ST 11	6.5	5.5	6.0 abcd $\pm$ 0.3	7.0	5.5	6.6 cdefg $\pm$ 0.6	6.0	4.0	4.9 cd $\pm$ 0.5
ST 12	6.0	5.5	5.8 bcd $\pm$ 0.3	7.0	5.0	5.9 g $\pm$ 0.5	5.5	5.0	5.0 cd $\pm$ 0.1
ST 13	6.0	5.0	5.5 cd $\pm$ 0.5	8.5	6.0	7.4 bcd $\pm$ 0.7	5.0	4.0	4.6 b $\pm$ 0.5
ST 14	7.0	6.0	6.7 a $\pm$ 0.5	10.5	8.0	8.9 a $\pm$ 0.7	6.0	5.0	5.5 bc $\pm$ 0.5
<i>F</i> -test	-	-	**	-	-	**	-	-	**
C.V. (%)	-	-	5.13	-	-	5.95	-	-	11.39

** = significantly different at $p \leq 0.01$, Means in the same column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ by Tukey's HSD.

Table 4 Protein content, oil content and total anthocyanin of 14 winged bean accessions.

Accession	Winged bean seeds		
	Protein content (%)	Oil content (%)	Total anthocyanin (mg /100 gFW)
ST 01	33.81 d	11.34 cde	1.62 f
ST 02	33.25 d	10.67 de	2.55 e
ST 03	31.63 e	12.96 bc	11.05 b
ST 04	31.44 e	11.85 bcde	1.44 fg
ST 05	34.50 cd	10.37 e	7.61 c
ST 06	35.25 bc	12.56 bc	6.63 d
ST 07	34.31 cd	13.58 ab	1.36 fg
ST 08	33.63 d	11.26 de	1.23 fgh
ST 09	37.63 a	12.20 bcd	1.20 gh
ST 10	34.00 cd	11.84 cde	1.15 ghi
ST 11	34.19 cd	10.92 cde	0.91 hi
ST 12	36.56 ab	13.23 ab	0.46 j
ST 13	33.25 d	14.69 a	12.73 a
ST 14	34.50 cd	11.04 de	0.78 ij
<i>F</i> -test	**	**	**
C.V. (%)	1.00	3.48	2.84

ns, *, ** = not significant, significantly different at $p \leq 0.05$, 0.01, respectively.

Means in the same column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ by Tukey's HSD.

การศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันในเมล็ดพันธุ์ถั่วพู

การศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันในเมล็ดพันธุ์ถั่วพู ระหว่างการสกัดด้วยวิธี maceration extraction กับวิธี soxhlet extraction เพื่อหาวิธีที่มีประสิทธิภาพในการสกัดน้ำมันในเมล็ดถั่วพูสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคต พบว่าวิธี maceration extraction เมล็ดถั่วพู ST13 มีปริมาณน้ำมันสูงที่สุด และแตกต่างทางสถิติกับ accession อื่น โดยมีปริมาณน้ำมัน เท่ากับ 14.69 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ ST07, ST12, ST03 และ ST06 ถั่วพูมีปริมาณน้ำมันในเมล็ด เท่ากับ 13.38, 13.10, 12.77 และ 12.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การสกัดน้ำมันในเมล็ดถั่วพูด้วยวิธี soxhlet extraction พบว่า ST07 มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 18.29 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ ST13, ST03, ST06 และ ST12 มีปริมาณน้ำมันในเมล็ด เท่ากับ 16.53, 15.61, 14.61 และ

13.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 5) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุนันทา และคณะ (2525) ซึ่งสกัดน้ำมันในเมล็ดถั่วพู 10 สายพันธุ์ พบว่า มีน้ำมันในเมล็ดอยู่ 16 -18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการทดลองของ ศศิรา และคณะ (2561) ซึ่งได้ทำการสกัดน้ำมันเมล็ดถั่วพู ด้วยการบีบอัดที่อุณหภูมิปกติด้วยเครื่องบีบน้ำมันรุ่น FEA-100SS-M-H-TC ขนาด ½ HP พบว่า วิธีการนี้ทำให้ได้น้ำมัน เท่ากับ 10.30 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า การสกัดน้ำมันจากเมล็ดถั่วพูด้วยวิธี soxhlet extraction ทำให้ได้ปริมาณน้ำมันสูงกว่าวิธีอื่น เนื่องจากเป็นวิธีการสกัดแบบต่อเนื่องและใช้ความร้อนช่วยในการสกัด จึงส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ได้จากการสกัดมากกว่า แต่มีข้อควรคำนึงถึงคือ การใช้ความร้อนในการสกัดอาจทำให้สารสำคัญบางชนิดสลายตัวได้

Table 5 Comparison of two oil extraction methods of high oil percentage content winged bean seed accessions.

Accession	Winged bean seed oil percentage (%)	
	Maceration extraction	Soxhlet extraction
ST 03	12.77 ab	15.61 b
ST 06	12.64 b	14.61 bc
ST 07	13.38 ab	18.29 a
ST 12	13.10 ab	13.09 c
ST 13	14.69 a	16.53 ab
F-test	*	**
C.V. (%)	3.56	3.16

ns, *, ** = not significant, significantly different at $p \leq 0.05, 0.01$, respectively.

Means in the same column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ by Tukey's HSD.

สรุป

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพปริมาณน้ำมัน โปรตีน และแอนโทไซยานินในเมล็ดถั่วพู 14 accessions ที่เก็บรวบรวมจากแหล่งต่างกันแต่ปลูกในสภาพแวดล้อมและฤดูกาลเดียวกัน ณ แปลงทดลองหน่วยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พืช ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน พบว่า ลักษณะทางกายภาพ

ของเมล็ด ได้แก่ น้ำหนัก 100 เมล็ด เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (GMD) รูปร่าง สี ขนาด ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน และปริมาณแอนโทไซยานิน มีความแตกต่างทางสถิติ ในการประเมินองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ด พบว่า ถั่วพูมีปริมาณโปรตีนในเมล็ด 31.44 – 37.63 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแอนโทไซยานิน 0.46 – 12.73 มิลลิกรัม / 100 กรัมน้ำหนักสด และมีปริมาณน้ำมันในเมล็ด 10.37 – 14.69 เปอร์เซ็นต์ หากต้องการใช้

ประโยชน์จากน้ำมันเมล็ดถั่วพู การสกัดน้ำมันด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ hexane เป็นตัวทำละลายจะช่วยให้สามารถสกัดน้ำมันได้ในปริมาณที่มากกว่าการสกัดด้วยวิธี maceration extraction ร่วมกับการเขย่า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มก. ผู้มอบทุนสนับสนุนงานวิจัย ดร.เนตรชนก น้อยสีรุ่ง ผู้เชื้อเพลิงเมล็ดพันธุ์ถั่วพู จำนวน 6 accessions และ ดร.ชวนพิศ อรุณรังสีกุล สำหรับคำแนะนำในโครงการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กมลวรรณ สุขสวัสดิ์ อรวัลย์ อุปถัมภานนท์ พิชญอร ไหมสุทธิสกุล และเหมื่อนหมาย อภินทนาพงศ์. 2560. ผลของวิธีการสกัดต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งเมล็ดเงาะ. แก่นเกษตร 45 (3) : 479 - 486
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2558. การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนและโปรตีนในอาหารโดยวิธี Kjeldahl โดยใช้ block digest/ steam distillation/ manual titration. สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 17 หน้า
- นฤมล แก้วสุทธิผล สุกัญญา แก้วพุกผา สุปราณี เชิดเกียรติกุล สมจิตร อินทรมณี และประเสริฐ เจริญแก้ว. 2522. ผลผลิตและส่วนประกอบของโภชนาของเมล็ดเปลือกฝักเถาและใบของถั่วพู. รายงานการประชุมทางวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยาแห่งชาติครั้งที่ 17 สาขาสัตว์นมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2 - 7 กุมภาพันธ์ 2522, กรุงเทพฯ, หน้า 191 - 199
- ภัทรพร รักดีฉนวน และฉลอง เกิดศรี. 2556. การเก็บรวบรวมพันธุ์ และการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วพู (*Psophocarpus tetragonolobus*) พันธุ์พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดสงขลา พัทลุง และสตูล. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. 85 หน้า
- ศศิรา คูพิทยานันท์ ภคนิจ คูพิทยานันท์ และอัจฉราพร แถวหมอ. 2561. ผลของน้ำมันสกัดเมล็ดถั่วพู (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC.) ต่อการป้องกันภาวะผิดปกติเนื่องจากการขาดฮอร์โมนเพศ. รายงานการวิจัยทุนอุดหนุนการวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556. 44 หน้า
- ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2544. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 141 หน้า.
- สุชาติภพ ภมรประวัติ. 2551. บทความพิเศษถั่วพู. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : www.doctor.or.th/node/5672 (2 สิงหาคม 2564)
- สุนันทา รามัญวงศ์ สุภัทรา มั่นสกุล และกรรณิการ์ สถาปิตานนท์. 2525. คุณลักษณะทางเคมีและกรรมวิธีการผลิตน้ำมันจากเมล็ดถั่วพู. รวมเรื่องย่อ การประชุมทางวิชาการสาขาพืช ครั้งที่ 20 อาคารศูนย์เรียนรวม ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1 - 5 กุมภาพันธ์ 2525. หน้า 121.
- Abdel-Aal, E.-S.M. and P. Hucl. 1999. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleuone and purple pericarp wheats. Cereal Chemistry 76 (3): 350-354.
- Adom, K.K, and R.H. Liu. 2002. Antioxidant activity of grains. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50 (21): 6182-6187.
- Allen, L.H. 2013. Legumes. Encyclopedia of Human Nutrition (Third Edition). (online): Available source: <https://doi.org/10.106/B978-0-12-375083-9.00170-7> (November 5, 2021)
- Clemente T.E. and E.B. Cahoon. 2009. Soybean oil : Genetic approaches for modification of functionality and total content. Plant Physiology 151 (3): 1030-1040.

- Gandjar, I. 1999. Fermented foods | Fermentations of the Far East. Encyclopedia of Food Microbiology 1999 : 767 – 773. doi.org/10.1006/rwfm.1999.0625
- Hu, C., J. Zawistowski, W. Ling and D.D. Kitts. 2003. Black rice (*Oryza sativa* L. indica) pigmented fraction suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide in chemical and biological model systems. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51(18): 5271-5277.
- International Board for Plant Genetic Resources. 1982. Revised Winged Bean Descriptors. International Board for Plant Genetic Resources. Rome, Italy.
- Moradi N., M.Rahimi, A. Moeini, and M.A. Parsamoghadam. 2018. Impact of ultrasound on oil yield and content of functional food ingredients at the oil extraction from sunflower. Separation Science and Technology 53 (2): 261-276.
- Yulianah I., B. Waluyo, S. Ashari and Kuswanto. 2020. Variation in morphological traits of a selection of Indonesian winged bean accessions (*Psophocarpus tetragonolobus*) and its analysis to assess genetic diversity among accessions. Biodiversitas 21 (7) : 2991 – 3000.
- Watada, A.E. and J.A. Abbott. 1975. Objective method of estimating anthocyanin content for determining color grade of grapes. Journal of Food Science 40: 1278-1279.