

ถั่วงอกกึ่งสำเร็จรูปจากถั่วเขียวผิวนมัน

Instant Bean Sprouts from Mungbean

กัญญรัตน์ จำปาทอง^{1*}, อุดมวิทย์ ไททยการ² และ วิลัยรัตน์ แป้นแก้ว¹
Kanyarat Champathong^{1*}, Udomwit Vaidhayakarn² and Wilairat Pankaew¹

¹ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ต.บางหลวง อ.สรรพยา จ.ชัยนาท 17150

¹Chai Nat Field Crops Research Center, Bang Luang, Sapphaya, Chai Nat, 17150

²สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

²Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Ladyao, Jatujak, Bangkok, 10900

*Corresponding author: fonku59@gmail.com

Received: 18 October 2024; Accepted: 26 November 2024; Published: 1 December 2024

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากรรมวิธีการทำถั่วงอกกึ่งสำเร็จรูปจากถั่วเขียวผิวนมันพันธุ์ กวก. ชัยนาท 3 ทำการศึกษาศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 - กันยายน 2566 การทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อกจำนวน 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ได้แก่ ไม่อบแห้ง อบแห้งที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส, 75 องศาเซลเซียส, 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2.5 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส, 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลของอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาการแช่น้ำที่มีผลต่อการคื่นสภาพของถั่วงอกอบแห้ง จำนวน 3 ซ้ำ 10 กรรมวิธี ได้แก่ ระยะเวลาคื่นสภาพ 0 นาที แช่น้ำอุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 4 และ 8 นาที แช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 และ 8 นาที และแช่น้ำเดือด ระยะเวลา 4 และ 8 นาที ผลการศึกษา พบว่า ถั่วงอกอบแห้งทุกกรรมวิธีมีค่าคอเออร์แอคติวิตี (a_w) ต่ำกว่า 0.6 ส่วนถั่วงอกอบแห้งที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) มีค่าใกล้เคียงกับถั่วงอกสดมากที่สุด รวมทั้งคะแนนการยอมรับต่อ คุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของถั่วงอกอบแห้ง พบว่ามีคะแนนการยอมรับมากที่สุด เมื่อนำมา คื่นสภาพโดยการแช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 นาที ทำให้มีคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีค่าสูงสุด

คำสำคัญ: ถั่วงอกกึ่งสำเร็จรูป; อุณหภูมิอบแห้ง; ระยะเวลาอบแห้ง; การคื่นสภาพ

ABSTRACT

The objectives of this study were to establish a process of making instant mung bean sprout from the DOA Chai Nat 3 mung bean variety. The experiment was conducted at Chai Nat Field Crops Research Center between October 2021 and September 2022. The experiment was

divided into 2 steps: 1) evaluating the effects of drying temperature and time on the qualities of dried bean sprout qualities. Seven treatments arranged in randomized complete block design (RCBD) with 4 replications were consisted of no drying, drying at 70°C, 75°C, 80°C for 3 hrs., 85°C for 2.5 hrs., 85°C and 90°C for 2 hrs.; 2) examining the effects of soaking temperature and soaking time on characteristics of instant mung bean sprout after rehydration. Ten rehydration treatments arranged in RCBD with 3 replications were consisted of no rehydration, soaking in room temperature, 100 °C initial temperature and boiling water for 4, 6, and 8 min. Results showed that water activity (a_w) of dried bean sprouts were lower than 0.6. CIEL*a*b* values of 70 °C for 3 hrs. dried bean sprouts were closely resemble to those of fresh bean sprouts and received the highest acceptance scores for color, odor, taste and texture attributes. Rehydrating dried bean sprouts in water with an initial temperature of 100 °C for 4 min yielded instant bean sprouts with the highest sensory scores.

Keywords: instant bean sprout; drying temperature; drying time; rehydration

คำนำ

ถั่วเขียวมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Vigna radiata* (L.) มีหลายสายพันธุ์ โดยถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก.ชยันต 3 มีลักษณะเด่น คือ ให้ผลผลิตสูงเฉลี่ย 232 กิโลกรัมต่อไร่ ขนาดเมล็ดใหญ่ โดยให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เฉลี่ย 72.2 กรัม การสุกแก่ของฝักสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน ที่สำคัญเหมาะสำหรับการเพาะถั่วงอก โดยให้น้ำหนักสดถั่วงอกสูง เมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม ให้น้ำหนักสดถั่วงอก 5.7 กิโลกรัม คุณภาพของถั่วงอกมีรสชาดีหวาน กรอบ และไม่มีกลิ่นเหม็นเขียว (Chai Nat Field Crops Research Center, 2021) ถั่วงอก (Bean Sprout) เป็นผักชนิดหนึ่งที่ มีรากงอกออกจากเมล็ดถั่ว เป็นต้นอ่อนของถั่วที่ได้จากการเพาะเมล็ดโดยไม่ให้ถูกแสงจนมีต้นอ่อนและใบเลี้ยง ออกมา ลำต้นมีลักษณะกลม มีรสชาดีหวานกรอบ มีกลิ่นเฉพาะตัว เป็นผักที่ให้คุณค่าทางอาหารหลายอย่างทั้ง โปรตีน เกลือแร่ และวิตามิน จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของถั่วเขียวงอกพบว่า องค์ประกอบส่วนใหญ่มี น้ำ โปรตีน แคลเซียม และฟอสฟอรัส นอกจากคุณค่าทางอาหารที่กล่าวมาแล้ว ถั่วงอกยังมีกากใยอาหารหรือไฟเบอร์เหมือนกับผักผลไม้โดยมีอยู่ในระดับปานกลาง กระบวนการงอกทำให้โมเลกุลของสารอาหารในเมล็ดเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในลักษณะที่ร่างกายสามารถย่อยได้ง่ายโดยโปรตีนเปลี่ยนอยู่ในรูปกรดอะมิโน แป้งเปลี่ยนเป็น คาร์โบไฮเดรตธรรมดาหรือกลูโคส และไขมันเปลี่ยนเป็นกรดไขมัน เพราะกระบวนการงอกได้ช่วยย่อยสารอาหาร มาแล้วขั้นหนึ่งถั่วงอกจึงเป็นอาหารที่ย่อยง่ายมาก นอกจากนี้ถั่วงอกยังเป็นพืชผักชนิดเดียวที่สามารถใช้ระยะเวลาในการเพาะจนถึงเก็บเกี่ยวมาขายหรือบริโภคได้เร็วที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชผักชนิดอื่น Unphet and Tiewnukoontham (2013) ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาการตลาดของธุรกิจผู้เพาะถั่วงอกพบว่า ในด้าน ผลผลิตถั่วงอกนั้นตัวแทนร้านค้าผู้จำหน่ายถั่วงอกมีความพึงพอใจต่ำสุดต่อความคงทนในการเก็บรักษาเนื่องจาก ถั่วงอกไม่สามารถเก็บไว้ได้ไม่นาน การทำแห้งหรือการอบแห้งเพื่อการแปรรูปผลผลิตเกษตร (Thermal processing) ซึ่งเป็นกระบวนการถนอมและแปรรูปอาหารโดยกำจัดน้ำออกจากอาหารเพื่อหยุดหรือชะลอการ

เจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ช่วยลดน้ำหนักและปริมาณของอาหาร มีผลให้ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและขนส่งลดลง อีกทั้งเป็นการเพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค (Rungsardthong, 2004) จากปัญหาข้างต้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิจัยและพัฒนากรรมวิธีการทำถั่วงอกกึ่งสำเร็จรูปซึ่งจะเป็นการพัฒนาการตลาดของธุรกิจผู้เพาะถั่วงอกต่อไป เนื่องจากจุดเด่นของอาหารกึ่งสำเร็จรูปคือ ไม่ต้องเสียเวลาในการเตรียมอาหาร มีความสะดวกรวดเร็ว และยังเป็นอาหารที่เก็บไว้ได้นานอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. เมล็ดถั่วเขียวผิวนมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3
2. อุปกรณ์เพาะถั่วงอก
3. โฟแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (บริษัท เคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด, ประเทศไทย)
4. ตู้บลูมร้อน รุ่น ULM 700 (Memmert, Germany)
5. เครื่องวัดสี รุ่น CR-400 (Konica Minolta, Japan)
6. เครื่องวัดค่า Water activity รุ่น RTD-200 (Novasina, Switzerland)
7. เครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง รุ่น ME3002E (Mettler Toledo, Switzerland)

1. การศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง

การเตรียมวัตถุดิบ/การเพาะถั่วงอก

ทำการเพาะถั่วงอกโดยใช้เมล็ดถั่วเขียวผิวนมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 ตามวิธีการเพาะถั่วงอกคอนโด (Chai Nat Field Crops Research Center, 2012) โดยแช่เมล็ดถั่วเขียวในน้ำอุ่นประมาณ 6 ชั่วโมง เตรียมถังสีดำโดยนำตะแกรงลวดมาวางลงไปในถัง ตามด้วยแผ่นกระสอบป่าน และตะแกรงพลาสติก นำเมล็ดถั่วเขียวที่แช่น้ำแล้วโรยลงไปให้ทั่วบนตะแกรงพลาสติก หลังจากนั้นปิดด้วยกระสอบป่าน ทำชั้นที่ 2 และ 3 โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับชั้นแรก แล้วปิดฝาลังเพื่อป้องกันแสงแดด รดน้ำทุกวัน วันละ 3 ครั้ง จากนั้นอีกประมาณ 3 วัน จะได้ถั่วงอกคอนโด ทำการตัดต้นถั่วงอกออกจากตะแกรงโดยใช้มีดจะได้ถั่วงอกที่ไม่มีราก นำถั่วงอกไปล้างน้ำเพื่อให้เปลือกเมล็ดถั่วหลุดออก หลังจากนั้นนำถั่วงอกสดแช่ในน้ำเดือด 150 มิลลิลิตร นาน 10 วินาที นำขึ้นมาวางให้สะเด็ดน้ำ นำไปแช่น้ำที่ผสมสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ในอัตรา 4 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร นาน 20 วินาที ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำก่อนนำไปอบแห้ง

การอบแห้งถั่วงอก

นำถั่วงอกใส่ถาดอะลูมิเนียมโดยวางถั่วงอกให้ซ้อนทับกันน้อยที่สุด อบแห้งด้วยลมร้อนในตู้อบลมร้อนขนาด 4,000 วัตต์ วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ดังนี้

1. ไม่อบแห้ง
2. อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง

3. อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง
4. อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง
5. อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2.5 ชั่วโมง
6. อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง
7. อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

เมื่อครบเวลาทำการวิเคราะห์คุณภาพของถั่วงอกอบแห้งดังนี้ วอเตอร์แอกทิวิตี, ค่าสี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อหาอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งที่เหมาะสม

2. การศึกษาผลของอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาการแช่น้ำที่มีผลต่อการคืนสภาพของถั่วงอกอบแห้งการคืนสภาพ

นำถั่วงอกอบแห้งที่ผ่านการอบแห้งในตู้อบลมร้อนด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาตรวจสอบการคืนรูปโดยวัดอัตราการดูดน้ำกลับของถั่วงอกอบแห้ง ซึ่งถั่วงอกอบแห้งจำนวน 2 กรัม แช่น้ำที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 10 กรรมวิธี ดังนี้

1. ระยะเวลาคืนสภาพ 0 นาที (Control)
2. แช่น้ำอุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 4 นาที
3. แช่น้ำอุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 6 นาที
4. แช่น้ำอุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 8 นาที
5. แช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 นาที
6. แช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 นาที
7. แช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 8 นาที
8. แช่น้ำเดือด ระยะเวลา 4 นาที
9. แช่น้ำเดือด ระยะเวลา 6 นาที
10. แช่น้ำเดือด ระยะเวลา 8 นาที

เมื่อครบเวลาทำการชั่งน้ำหนักของถั่วงอกอบแห้งหลังการคืนรูป และคำนวณหาอัตราการดูดน้ำกลับ (Rehydration ratio) ตามสมการ และวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วงอกคืนรูป

$$\text{Rehydration ratio} = m_{\text{after}}/m$$

เมื่อ m คือ มวลของตัวอย่างที่แห้ง

m_{after} คือ มวลตัวอย่างที่คืนสภาพหลังจากแช่น้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพ

1. วอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity, a_w) ใส่ตัวอย่างถั่วงอกอบแห้งที่เป็นชิ้นเล็ก ๆ ในตลับวัด a_w ประมาณครึ่งหนึ่งของตลับ เกลี่ยตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วตลับ นำใส่เครื่องวัดค่า a_w รอจนกระทั่งเครื่องอ่านค่า a_w เรียบร้อยแล้ว จดบันทึกค่า a_w ที่ได้

2. ค่าสี (CIE L^* a^* และ b^*) การตรวจสอบสีตรวจสอบด้วยระบบ CIE โดยการตรวจวัดค่าสีในทอมของค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดงและสีเขียว (a^*) และค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (b^*) (Chaiket, 2015)

- ค่า L^* ที่เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างมากจนเป็นสีขาวหรือสีจาง แต่ถ้าค่า L^* เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยลงจน เป็นสีดำ

- ค่า a^* ที่เป็นบวก แสดงว่าตัวอย่าง เป็นสีแดง แต่ถ้าค่า a^* ที่เป็นลบ แสดงว่าตัวอย่าง เป็น สีเขียว

- ค่า b^* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่าง เป็น สีเหลือง แต่ถ้าค่า b^* เป็นลบแสดงว่าตัวอย่าง เป็น สีน้ำเงิน

3. คุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส โดยใช้สเกลการยอมรับ 9 ระดับ (9-Point hedonic scale) (Wiriyaacharee, 2018) โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 10 คน ให้คะแนนจาก 1 ถึง 9 เมื่อคะแนนที่ 1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด และคะแนนที่ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง

ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w)

การอบแห้งคือ การใช้หลักการดึงน้ำออกจากโมเลกุลของอาหาร เป็นการลดปริมาณน้ำหรือความชื้นในสภาพแวดล้อมที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ การลดปริมาณน้ำหรือความชื้นอาหารทำให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีอยู่ในระดับที่ปฏิกิริยาเคมีและปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียคุณภาพนั้นอยู่ในระดับต่ำสุด (Muninnoppamas, n.d.) ซึ่งค่าวอเตอร์แอคทิวิตีเป็นค่าที่แสดงระดับพลังงานของน้ำมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา การเสื่อมเสีย และความปลอดภัยของอาหาร (Muninnoppamas, n.d.) จากผลการทดลองพบว่า ถั่วงอกสดมีค่า a_w เท่ากับ 0.88 เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วงอกอบแห้งมีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.26-0.31 (Table 1) อยู่ในช่วงที่เกิดการออกซิเดชันต่ำที่สุด ทำให้หยุดการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ยีสต์ และรา (Muninnoppamas, n.d.)

ค่าสี

ค่าสีเป็นลักษณะทางกายภาพอย่างหนึ่งซึ่งมีความสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) ค่าความสว่างของถั่วงอกไม่

อบแห้งหรือถั่วงอกสดมีค่าเท่ากับ 44.84 ถั่วงอกอบแห้งที่มีค่าความสว่างใกล้เคียงกับถั่วงอกสดมากที่สุดคือ ถั่วงอกอบแห้งอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง โดยมีค่าเท่ากับ 41.61 เมื่อทำแห้งถั่วงอกด้วย อุณหภูมิที่สูงขึ้น ถั่วงอกอบแห้งมีแนวโน้มของค่า a^* ที่สูงขึ้นและแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่า a^* ถั่วงอกสด มีค่าเท่ากับ 1.20 เมื่อเปรียบเทียบกับค่า a^* ของถั่วงอกอบแห้งกับถั่วงอกสดพบว่าถั่วงอกอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีค่า a^* ใกล้เคียงกับถั่วงอกสดมากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 2.64 เมื่อทำแห้ง ถั่วงอกด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลทำให้ถั่วงอกอบแห้งมีแนวโน้มของค่า b^* ที่สูงขึ้น ซึ่งถั่วงอกอบแห้งมีความ แตกต่างทางสถิติกับถั่วงอกสด ค่า b^* ถั่วงอกสดมีค่าเท่ากับ 2.10 เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วงอกอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีค่า b^* ใกล้เคียงกับถั่วงอกสดมากที่สุดคือ 4.77 (Table 1) เช่นเดียวกับการทดลองของ Sirijariyawat *et al.* (2015) พบว่า การทำแห้งสาหร่ายเทศด้วยลมร้อนโดยใช้อุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส มีค่าความสว่างไม่แตกต่างกันและมีค่าใกล้เคียงกับสาหร่ายเทศ

Muninnoppamas (n.d.) กล่าวว่า สีของอาหารหลังการอบแห้งจะเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการ อบแห้งทำให้ลักษณะที่ผิวหน้าของอาหารเปลี่ยนแปลง ทำให้การสะท้อนแสงและสีเปลี่ยน อัตราการเกิดสีน้ำตาล ในผลิตภัณฑ์ผลไม้แห้งขึ้นกับค่า a_w ของอาหารและอุณหภูมิในการเก็บรักษา อัตราการเกิดสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้น อย่างเห็นได้ชัดเมื่อใช้อุณหภูมิอบแห้งสูง วิธีการอบแห้งมีผลต่อสีของอาหารแตกต่างกันโดยการอบแห้งด้วยลม ร้อนทำให้ ค่า a^* (สีแดง) และค่า b^* (สีเหลือง) เพิ่มขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้งสูงกว่า 70 องศา เซลเซียส

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

คะแนนการยอมรับด้านสีของถั่วงอกไม่อบแห้งแตกต่างกันทางสถิติกับถั่วงอกอบแห้ง ($P < 0.05$) สีจาก ถั่วงอกอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีคะแนนความชอบสูงสุดมีค่าเท่ากับ 5.4 คะแนน

คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของถั่วงอกหลังอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีคะแนนสูงสุดโดยมีค่า 6.1 คะแนน แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ($P > 0.05$)

คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของถั่วงอกหลังอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีคะแนนความชอบสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ($P > 0.05$)

คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของถั่วงอกหลังอบแห้งในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) (Table 3)

เมื่อพิจารณาค่าสีและคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ถั่วงอกอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีค่าสีใกล้เคียงกับถั่วงอกสดมากที่สุดและคะแนนการยอมรับทางทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด

Table 1 Water activity (a_w) and CIEL*a*b* color values of dried mung bean sprout varieties DOA Chai Nat 3

Treatments	a_w	L*	a*	b*
1. no drying.	0.88 ^b	44.84 ^a	1.20 ^a	2.10 ^a
2. 70 °C, 3 hr.	0.30 ^a	41.61 ^b	2.64 ^b	4.77 ^b
3. 75 °C, 3 hr.	0.29 ^a	41.39 ^b	3.62 ^b	5.82 ^{bc}
4. 80 °C, 3 hr.	0.31 ^a	39.97 ^b	5.23 ^c	5.64 ^{bc}
5. 85 °C, 2.5 hr.	0.26 ^a	41.25 ^b	4.90 ^c	6.64 ^c
6. 85 °C, 2 hr.	0.27 ^a	41.36 ^b	4.69 ^c	6.20 ^{bc}
7. 90 °C, 2 hr.	0.27 ^a	41.50 ^b	5.15 ^c	6.20 ^{bc}
C.V. (%)	8.8	2.9	18.5	18.1

^{abc} Means in the same column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$)

Table 2 Acceptance scores on color, odor, taste and texture of dried mung bean sprout varieties DOA Chai Nat 3

Treatments	Color	Odor	Taste	Texture ^{ns}
1. no drying.	7.2 ^a	4.8 ^{bc}	5.1 ^{bc}	5.5
2. 70 °C, 3 hr.	5.9 ^b	6.1 ^a	6.4 ^a	5.5
3. 75 °C, 3 hr.	5.5 ^{bc}	5.6 ^{ab}	5.6 ^{ab}	4.9
4. 80 °C, 3 hr.	4.8 ^{cd}	5.0 ^{bc}	4.6 ^{bc}	4.5
5. 85 °C, 2.5 hr.	4.5 ^{cd}	4.8 ^{bc}	4.5 ^{bc}	4.9
6. 85 °C, 2 hr.	4.7 ^d	4.7 ^{bc}	4.4 ^c	4.3
7. 90 °C, 2 hr.	4.1 ^d	4.5 ^c	3.9 ^c	4.5
C.V. (%)	19.4	19.8	25.4	22.3

^{abcd} Means in the same column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$)

^{ns} Means in the same column are not significantly different ($P > 0.05$)

2. การศึกษาผลของอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาการแช่น้ำที่มีผลต่อการคืนสภาพของถั่วงอกอบแห้ง

จากขั้นตอนที่ 1 การศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งที่มีต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้งพบว่า ถั่วงอกอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีค่าสีใกล้เคียงกับถั่วงอกสดมากที่สุด และคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด จึงนำมาศึกษาในขั้นตอนการคืนสภาพของถั่วงอกอบแห้ง

การคินสภาพ

ทดสอบการคินสภาพของถั่วงอกอบแห้งโดยวัดอัตราการดูดคินน้ำกลับของถั่วงอกอบแห้งพบว่า ถั่วงอกสดแตกต่างทางสถิติกับถั่วงอกอบแห้งทุกกรรมวิธี ($P < 0.05$) อัตราการดูดคินน้ำกลับของถั่วงอกอบแห้งอยู่ระหว่าง 2.83- 3.18 เมื่อทำแห้งถั่วงอกด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นและอบแห้งระยะเวลามากขึ้น มีแนวโน้มในการคินตัวในน้ำที่อุณหภูมิห้องสูงขึ้น (Table 3) อุณหภูมิอบแห้งที่สูงทำให้การคินตัวได้ไม่ค่อยดีเท่าที่ควรเนื่องจากผิวที่แข็งจะต้านทานการดูดคินน้ำกลับเข้าเนื้อเซลล์ (Sittitritkwin, 2019) อาหารแห้งเมื่อนำมาคินรูปโดยการแช่น้ำจะดูดน้ำกลับคินได้ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และใช้เวลานาน ผลิตภัณฑ์อาหารหลังคินรูปมีเนื้อเหนียว สูญเสียความนุ่ม ความฉ่ำน้ำ และความกรอบ อัตราการคินรูปอาจให้เป็นดัชนีชี้คุณภาพของอาหาร ถ้าอาหารถูกทำแห้งภายใต้สภาวะที่เหมาะสมจะเสียหายน้อย คินรูปได้เร็วและสมบูรณ์กว่าอาหารที่ทำแห้งไม่เหมาะสม (Muninnoppamas, n.d.)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

คะแนนการยอมรับด้านสีของถั่วงอกอบแห้งคินรูปเมื่อแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องและแช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 5.0-5.4 คะแนน ($P > 0.05$) ส่วนคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นไม่แตกต่างกันมีค่าระหว่าง 4.4-5.4 คะแนน ($P > 0.05$) คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของถั่วงอกที่แช่น้ำอุณหภูมิห้องและแช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ และแช่น้ำเดือด 4 นาที ไม่แตกต่างจากถั่วงอกอบแห้งไม่แช่น้ำที่มีค่า 5.5 คะแนน ($P > 0.05$) ส่วนคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของถั่วงอกคินรูปที่แช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 4 นาที มีคะแนนมากที่สุด เท่ากับ 6.1 คะแนน (Table 4)

เมื่อพิจารณาคะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส พบว่า การแช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 นาที มีคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีค่าสูงสุด

Table 3 Rehydration ratio of dried mung bean sprout varieties DOA Chai Nat 3

Treatments	Rehydration ratio
1. no drying.	1.00 ^a
2. 70 °C, 3 hr.	2.84 ^b
3. 75 °C, 3 hr.	2.94 ^b
4. 80 °C, 3 hr.	2.99 ^b
5. 85 °C, 2.5 hr.	2.83 ^b
6. 85 °C, 2 hr.	3.10 ^b
7. 90 °C, 2 hr.	3.18 ^b
C.V. (%)	22.4

^{ab} Means in the same column followed by different letters are significantly different (P<0.05)

Table 4 Acceptance scores on color, odor, taste, and texture of rehydrated dried mung bean sprout varieties DOA Chai Nat 3

Treatments	Color	Odor	Taste	Texture
1. No soaking	7.4 ^a	4.1 ^b	5.5 ^a	6.7 ^a
2. Room-temperature water, 4 min	5.2 ^b	5.2 ^a	5.3 ^a	5.3 ^{bc}
3. Room-temperature water, 6 min	5.1 ^b	5.3 ^a	4.7 ^{ab}	5.0 ^{bc}
4. Room-temperature water, 8 min	5.0 ^b	5.4 ^a	5.3 ^a	5.4 ^{bc}
5. Initial temperature of water 100 °C, 4 min	5.8 ^b	5.4 ^a	5.6 ^a	6.1 ^{ab}
6. Initial temperature of water 100 °C, 6 min	5.1 ^b	4.8 ^{ab}	5.1 ^a	4.8 ^c
7. Initial temperature of water 100 °C, 8 min	5.4 ^b	4.8 ^{ab}	5.2 ^a	5.0 ^{bc}
8. Boiling water, 4 min	2.6 ^c	4.6 ^{ab}	3.8 ^{ab}	3.6 ^d
9. Boiling water, 6 min	2.5 ^c	4.6 ^{ab}	3.3 ^c	2.9 ^d
10. Boiling water, 8 min	2.2 ^c	4.4 ^{ab}	2.9 ^c	2.7 ^d
C.V. (%)	27.9	21.4	28.0	24.2

^{abcd} Means in the same column followed by different letters are significantly different (P<0.05)

สรุป

การผลิตถั่วงอกที่สำเร็จรูปจากถั้วเขียวผิวมันพันธุ์ กว.ชยันนาท 3 อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนขนาด 4,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ทำให้ได้ถั่วงอกอบแห้งที่มีคุณภาพดีที่สุดเนื่องจากมีค่าสีได้แก่ ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ใกล้เคียงถั่วงอกสดมากที่สุด มีคะแนนความชอบของสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสมากที่สุด และเมื่อนำมาคั่วในสภาพที่น้ำ

อุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 4 นาที มีผลต่อความพึงพอใจของสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส สูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตรที่ได้อนุเคราะห์อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช และขอขอบคุณบุคลากรศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท และสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Chai Nat Field Crops Research Center. 2012. Green bean processing. The Agricultural Co-operative Federation of Thailand. 3-5 p. (in Thai)
- Chai Nat Field Crops Research Center. 2021. the DOA Chai Nat 3 mung bean variety. Available Source: <https://www.doa.go.th/fc/chainat/?p=5547> July 30, 2523. (in Thai)
- Chaiket, S. 2015. The science of color. Available Source: http://home.science.swu.ac.th/Portals/41/journal/JournalVol1_58.pdf. March 15, 2022. (in Thai).
- Muninnoppamas, W. n.d. Preserving and processing food by drying. <https://old.elearning.yru.ac.th/course/view.php?id=1519>. March 11, 2023. (in Thai)
- Rungsardthong, V. 2004. Food processing technology. King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)
- Sirijariyawat, A., Phuessing, S., and Polviluy, C. 2015. Effect of Drying Temperature on Quality of *Spirogyra* sp. 2015. KKU Science Journal. 43: 459-468. (in Thai)
- Sittitirkawin, P. 2019. Drying Kinetics and Quality of Pumpkin Slices Undergoing Vacuum Drying Combine Hot Air Drying. Kasem Bundit Engineering Journal. 9: 121-140. (in Thai)
- Unphet, P. and Tiewnukoontham, B. 2013. The Guidelines for the Marketing Development of Sprout Production Business in Dan-Chang District, Suphanburi Province. Journal of Graduate Studies in Northern Rajabhat Universities. 3: 85-96. (in Thai)
- Wiriacharee, P. 2018. Sensory Evaluation. Chiang Mai University. 21-50 p. (in Thai)