TPT-22

อิทธิพลของการอบแห้งถั่วเขียวเริ่มงอกต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

ชัยยงค์ เตชะไพโรจน์[1] นพดล นพมาศ[1] ฐิติมา คมสาระภา[1], กฤตนัย แก้วยศ[2] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์[3]

[1]*ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร*
6 ถนนราชมรรคาใน อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000
[2]*ศูนย์วิจัยและพัฒนา สถาบันจิตเวชศาสตร์สมเด็จเจ้าพระยา*
112 ถนนสมเด็จเจ้าพระยา แขวงคลองสาน เขตคลองสาน กรุงเทพฯ 10600
[3]*สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อมและพัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*
126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

ผู้เขียนติดต่อ: ชัยยงค์ เตชะไพโรจน์ E-mail: chaiyong_t@yahoo.com

บทคัดย่อ

ถั่วเขียวถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจอย่างหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากมีการใช้อย่างกว้างขวางทั้งในด้านเกษตรกรรมและด้านอุตสาหกรรมการแปรรูป เช่น ถั่วงอก วุ้นเส้น ซึ่งถั่วเขียวอุดมไปด้วยโปรตีน วิตามิน เกลือแร่ และยังมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษากระบวนการงอกถั่วเขียวและอุณหภูมิของการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิดไดเซชันต่อคุณภาพทางเคมี คือ Total Soluble Phenolic Content (TSPC), Total Phenolic Content (TPC), 2,2-Diphennyl-1-pricrylhydrazyl (DPPH), Total Flavonoid Content (TFC) และ Gamma Amino Butyric Acid (GABA) โดยนำถั่วเขียวมาผ่านกระบวนการงอกน้ำ และกระบวนการงอกอากาศ ถั่วเขียวเริ่มงอกมีความชื้นเริ่มต้น 110 - 140% dry basis (d.b.) แล้วนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 – 150°C ความเร็วลม 3.9 m/s และความสูงเบด10 เซนติเมตร จากการทดลองพบว่า เมื่อผ่านการอบแห้งส่งผลให้ปริมาณ TSPC, TCP, DPPH และ TFC ของถั่วเขียวเริ่มงอกทั้งกระบวนการงอกน้ำและงอกอากาศลดลงเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ปริมาณ GABA เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอ้างอิง สำหรับอุณหภูมิในการอบแห้งพบว่า ไม่ส่งผลต่อคุณภาพทางเคมีของถั่วเขียวเริ่มงอกทั้งกระบวนการงอกน้ำและงอกอากาศ จากงานวิจัยนี้กระบวนการงอกถั่วเขียวเริ่มงอกด้วยการงอกน้ำมีแนวโน้มทำให้คุณภาพทางเคมีที่สูงกว่าการงอกด้วยอากาศ

คำสำคัญ: การอบแห้ง; คุณภาพ; ถั่วเขียวเริ่มงอก

1. บทนำ

ปัจจุบันพบว่าสารสกัดจากพืชหลายชนิดเป็นแหล่งสารแอนติออกซิแดนท์จากธรรมชาติ มักพบในเมล็ดพืช เช่น ถั่วชนิดต่างๆ โดยพื้นฐานสารแอนติออกซิแดนท์ที่พบในพืชได้แก่วิตามินอี วิตามินซี คาร์โรทีนอยด์ และสารประกอบฟีนอลิก สารประกอบดังกล่าวมีส่วนช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในพืช และพบว่าถั่วหลายชนิด ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง มีสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ที่ดีจากการทดสอบระบบต่างๆ ได้มีการศึกษาการสกัดสารแอนติออกซิแดนท์จากถั่วเขียวซึ่งเป็นวัสดุจากธรรมชาติ [1-2] เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าและคาดหวังว่าจะเป็นอีกหนึ่งทาง-เลือกของการหาแหล่งสารแอนติออกซิแดนท์จากธรรมชาติ

ถั่วเขียวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยมาเป็นระยะเวลานาน ผลผลิตส่วนใหญ่ใช้ภายในประเทศเพื่อการบริโภคโดยตรงและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

กระบวนการงอก เป็นกระบวนการหนึ่งในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ในกระบวนการงอก เมล็ดพันธุ์ต้องการน้ำเป็นหลักนอกเหนือจากออกซิเจนและอุณหภูมิ น้ำที่เมล็ดดูดซึมเข้าไปจะย่อยสลายโมเลกุลอาหารสะสมที่มีขนาดใหญ่ภายในเมล็ด เมื่อเมล็ดพันธุ์ได้สัมผัสกับน้ำ เปลือกหุ้มเมล็ดจะอ่อนนุ่ม แล้วเกิดการดูดน้ำเข้าไปในเมล็ดจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม คือ เมล็ดมีการพองโต แล้วเกิดการเจริญของราก [3] แต่เนื่องจากเมื่อเมล็ดดูดซึมน้ำเข้าไป ทำให้ความชื้นภายในเมล็ดค่อนข้างสูง ยากต่อการเก็บรักษางานวิจัยนี้จึงนำเสนอการลดความชื้นภายในเมล็ด โดยการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิดไดเซชั่น ซึ่งเทคนิคฟลูอิดไดเซชั่น มีข้อดีคือ 1) สามารถควบคุม

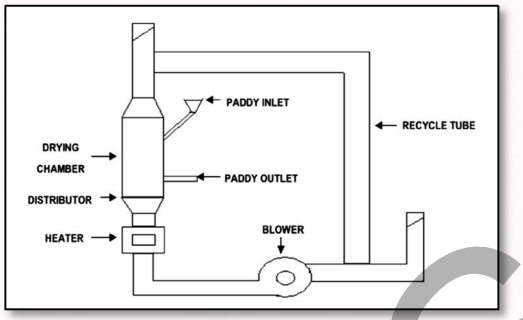
TSAE

อุณหภูมิที่ใช้ได้อย่างละเอียดและทั่วถึง2) สัมประ-สิทธิ์ในการถ่ายเทความร้อนมีค่าสูงมาก ทำให้การระบายความร้อนหรือการให้ความร้อนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ [4] ดังนั้นงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของกระบวนการงอกถั่วเขียวและศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลังจากกระบวนการอบแห้งถั่วเขียวเริ่มงอก

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 เครื่องอบแห้ง

เครื่องอบแห้งที่ใช้ทดลองในงานวิจัยนี้ เป็นเครื่องฟลูอิดไดซ์เบดแบบงวดโดยใช้อากาศร้อน แผนภาพของอุปกรณ์ชุดนี้แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งมีส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้ ห้องอบแห้ง (Drying chamber) ตัวให้ความร้อน (Heater) และพัดลมแบบหนีศูนย์กลาง (Blower)



รูปที่ 1 เครื่องฟลูอิดไดเซชั่น

2.2 วิธีการอบแห้ง

นำข้าวถั่วเขียว (พันธุ์ชัยนาท 72) ที่ผ่านกระบวนการงอกน้ำและกระบวนการออกอากาศจนกระทั่งงอก (ส่วนสีขาวที่ยื่นออกมาจากเมล็ด 1 มิลลิเมตร) มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 110% db. จากนั้นนำมาอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด ความสูงเบด 10 cm อุณหภูมิที่ใช้เท่ากับ 110, 130 และ 150ºC โดยใช้ความเร็วอากาศ 2.5 m/s และอากาศหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ร้อยละ 80 จากนั้นนำไปเป่าด้วยอากาศแวดล้อมจนความชื้นลดลงเหลือประมาณ 16% db. จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ต่อไปสำหรับการหาความชื้นของถั่วเขียวจะเก็บตัวอย่างไปอบแห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 103ºC เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

2.3 การวิเคราะห์ทางเคมี

(ทำการทดลอง 3 ซ้ำและหาค่าเฉลี่ย)

การสกัดตัวอย่างถั่วเขียวเพื่อหาปริมาณ Total Phenolic Content (TPC) และ 2,2-Diphennyl-1-pricrylhydrazyl (DPPH)

การสกัดตัวอย่างถั่วเขียวทำได้โดย **ทำการชั่งถั่วเขียวที่บดเป็นผง 1.5 กรัม ทำการสกัดที่อุณหภูมิห้องด้วย 70% เอทานอล 25 มิลลิลิตร ทำการผสมโดยใช้** stirrer เป็นเวลา 30 นาที นำส่วนผสมที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ 4000 rpm เป็นเวลา 10 นาที และนำส่วนใสเก็บไว้ ส่วนตะกอนที่เหลือทำการสกัดซ้ำ โดยทำตามเงื่อนไขเดิม รวบรวมส่วนใสให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร และทำการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.5 เก็บสารสกัดที่อุณหภูมิ 4oC

การสกัดตัวอย่างถั่วเขียวเพื่อหาปริมาณ Total Soluble Phenolic Content (TSPC) [5]

นำถั่วเขียวที่บดมา 1 กรัม ทำการสกัดด้วย 80% เมทานอล 20 มิลลิลิตร และทำการ agitated ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำสารสกัดไปปั่นเหวี่ยงที่ 3000 rpm เป็นเวลา 10 นาที แล้วทำการแยกเก็บส่วนใสไว้ (รอบแรก) ส่วนตะกอนที่เหลือ ทำการเติม 80% เมทานอล 20 มิลลิลิตร อีกครั้งหนึ่ง ทำการ agitated ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำสารละลายตัวอย่างที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ 3000 rpm เป็นเวลา 10 นาที แล้วทำการแยกเก็บส่วนใสไว้ (รอบสอง) ส่วนตะกอนที่เหลือ ทำการเติม 70% อะซิโตน 20 มิลลิลิตร และทำการ agitated ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำสารสกัดที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ 3000rpm เป็นเวลา 10 นาที แล้วทำการแยกเก็บส่วนใสไว้ (รอบสาม) นำส่วนใสทั้งสามรอบรวมกัน

การสกัดตัวอย่างถั่วเขียวเพื่อหาปริมาณ Total Flavonoid Content (TFC) [6]

นำถั่วเขียวบด 2 กรัม ผสมกับ 70% เอทานอล 30 มิลลิลิตร ทำการเขย่าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำส่วนผสมที่ได้ทำการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 5 (เก็บส่วนใส) ส่วนตะกอน ทำการเติม 70% เอทานอล 5 มิลลิลิตร และทำการเขย่าเป็นเวลา 30 นาที นำส่วนผสมที่ได้ทำการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 5 (เก็บส่วนใส รอบที่ 2) ส่วนตะกอน ทำการเติม 70% เอทานอล 5 มิลลิลิตร และทำการเขย่าเป็นเวลา 30 นาที นำส่วนผสมที่ได้ทำการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 5 (เก็บส่วนใส รอบที่ 3) นำส่วนใสทั้งหมดมาผสมกัน เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

การสกัดตัวอย่างถั่วเขียวเพื่อหาปริมาณ Gamma Amino Butyric Acid (GABA) [7]

การสกัดตัวอย่างถั่วเขียวทำได้โดย **ทำการชั่งถั่วเขียวที่บดเป็นผง 5 กรัม ทำการสกัดที่อุณหภูมิห้องด้วย 70% เอทานอล 25 มิลลิลิตร ทำการผสมโดยใช้** stirrer เป็นเวลา 30 นาที นำส่วนผสมที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ 3500 rpm เป็นเวลา 10 นาที และนำส่วนใสเก็บไว้ ส่วนตะกอนที่เหลือทำการสกัด

TSAE

ซ้ำ โดยทำตามเงื่อนไขเดิม รวบรวมส่วนใสให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร และทำการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.5 ทำการ Evaporator ให้เหลือ 5 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส หรือฉีด HPLC ทันที

การวิเคราะห์ปริมาณ TPC [8]

ปิเปตตัวอย่างถั่วเขียวที่ได้จากการสกัด 120 ไมโครลิตร เติม Folin-Ciocalteu reagent (เจือจาง 10 เท่า) ปริมาตร 600 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ 2 นาที เติมสารละลาย 7.5 %(w/v) Na2CO3 ปริมาตร 960 ไมโครลิตร นำไป incubated ที่ 50°C เป็นเวลา 5 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

การวิเคราะห์ DPPH [9]

ปิเปตตัวอย่างถั่วเขียวที่ได้จากการสกัด 300 ไมโครลิตร เติมลงในสารละลาย DPPH ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร เขย่า และนำไปเก็บไว้ในที่มืด 40 นาที ที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

$$Inhibition\%=1-\frac{A_{515\ mm\ of\ sample}}{A_{515\ mm\ of\ control}}*100$$

การวิเคราะห์ปริมาณ TSPC [5]

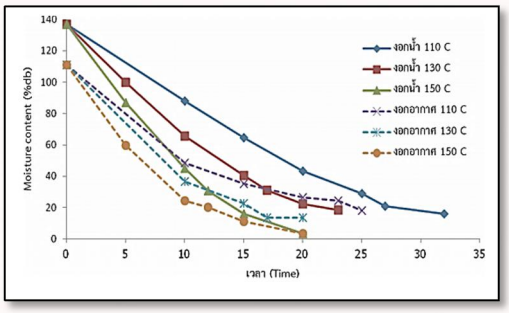
ปิเปตตัวอย่างถั่วเขียวที่ได้จากการสกัด 80 ไมโครลิตร เติมน้ำ 2 มิลลิลิตร เติม 0.25 N Folin-Ciocateu reagent ปริมาตร 200 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ 3 นาที เติมสารละลาย 7.5 %(w/v) Na2CO3 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เก็บไว้ในที่มืด 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

การวิเคราะห์ปริมาณ TFC [6]

ปิเปตตัวอย่างถั่วเขียวที่ได้จากการสกัด 10 มิลลิลิตร เติม 60% Ethanol 10 มิลลิลิตร เติม 5% NaNO2 1 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 5 นาที เติม 10% AlCl3 1 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 6 นาที เติม 1 M NaOH 10 มิลลิลิตร **นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer**

การวิเคราะห์ปริมาณ GABA [7]

ปิเปตสารสกัดถั่วเขียวปริมาตร 1 มิลลิลิตรเติม Borax buffer pH 8.0 ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร เขย่า เติม derivatiz-ing reagent HN (0.3% w/v in Methanol) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่า นำสารไปอุ่นที่ 80 °C เป็นเวลา 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องและปรับปริมาตรให้เป็น 5 มิลลิลิตร ด้วย Methanol และฉีดเข้าเครื่อง HPLC (Shima-dzu, Japan)



รูปที่ 1 อัตราการอบแห้งของถั่วเขียวเริ่มงอกที่ผ่านการอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชั่นที่อุณหภูมิต่างๆ

สภาวะที่ใช้สำหรับเครื่อง HPLC

- Column:Phenomenex Luna ขนาด 4.6x250 mm, 5 µm

- Mobile phase:(Methanol:H2O+0.1%TFA) ในอัตราส่วน (40:60)

- Flow rate:1.5 ml/min

- Volume injection:20 µl

- Detector:UV 330 nm

3. ผลและวิจารณ์

3.1 จลนพลศาสตร์การอบแห้ง

จากรูปที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของถั่วเขียวเริ่มงอกที่อุณหภูมิ 110-150°C พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงสามารถลดความชื้นได้รวดเร็วมากกว่าการอบแห้งอุณหภูมิต่ำนั้นคืออัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้ง โดยการเพิ่มขึ้นของอัตราการอบแห้งเกิดอันเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของเมล็ดและอุณหภูมิในการอบแห้ง ดังนั้นอัตราการถ่ายเทความร้อนจึงมีค่าสูงกว่าทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิดังกล่าวระเหยน้ำได้เร็วกว่า

3.2 Total Phenolic Content (TPC)

จากผลการทดลองในตารางที่ 1 แสดง Total phenolic content พบว่า ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของถั่วเขียวเริ่มงอกที่ผ่านการอบแห้งลดลงจากถั่วเขียวอ้างอิง โดยมีปริมาณ 937.81–1081.58mg GAE/100g และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของถั่วเขียวเริ่มงอกที่ผ่านกระบวนการงอกอากาศมีปริมาณมากกว่าที่ผ่านกระบวนการงอกน้ำ ซึ่งปริมาณ TPC สอดคล้องกับงานวิจัยของ Xiya et al. (2014) [10] โดยมีค่าระหว่าง 410–1200mg GAE/100g

TSAE

3.3 2,2-Diphennyl-1-pricrylhydrazyl (DPPH)

ค่า %Inhibition ที่เกิดจากปฏิกิริยาของ DPPH ในตารางที่ 1 พบว่าค่า %Inhibition ของถั่วเขียวเริ่มงอกที่ผ่านกระบวนการงอกน้ำมีค่า 52.25–52.79 และถั่วเขียวเริ่มงอกที่ผ่านกระบวนการงอกอากาศมีค่า 45.02–45.16 ซึ่งทั้งกระบวนการงอกน้ำและกระบวนการงอกอากาศให้ค่า% Inhibition ต่ำกว่าถั่วเขียวอ้างอิง แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งไม่ส่งผลต่อค่า %Inhibition

ตารางที่ 1 ปริมาณ Total Phenolic Content (TPC), 2,2-Diphennyl-1-pricrylhydrazyl (DPPH), Total Soluble Phenolic Content (TSPC)

อุณหภูมิอบแห้ง	TPC (mg GAE/100 g)		% Inhibition DPPH radical		TSPC (mg GAE/100 g)	
	งอกน้ำ	งอกอากาศ	งอกน้ำ	งอกอากาศ	งอกน้ำ	งอกอากาศ
Reference	1378.81±8.87^{a}	1378.81±8.87^{a}	55.01±2.11^{a}	55.01±2.11^{a}	4792.59±67.86^{a}	4792.59±67.86^{a}
Shade dry	1228.05±10.92^{b}	1063.36±49.1^{b}	52.27±0.08^{b}	45.02±0.72^{b}	4705.00±10.01^{a}	4188.97±46.44^{b}
110 °C	943.84±8.17^{c}	1076.46±27.83^{b}	52.25±0.38^{b}	45.07±0.34^{b}	4349.62±25.03^{b}	4166.01±67.08^{b}
130 °C	937.81±3.23^{c}	1081.58±23.12^{b}	52.45±0.30^{b}	45.16±0.38^{b}	4349.63±36.10^{b}	4102.33±79.49^{b}
150 °C	938.09±8.85^{c}	1062.35±38.32^{b}	52.79±0.11^{b}	45.09±0.31^{b}	4310.52±33.22^{b}	3797.83±78.70^{c}

*อักขระภายในคอลัมน์เดียวกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.4 Total Soluble Phenolic Content (TSPC)

ปริมาณ TSPC ในถั่วเขียวเริ่มงอกที่ผ่านการอบแห้งแสดงในตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณ TSCP ในถั่วเขียวเริ่มงอกที่ผ่านการอบแห้งมีค่า 3797.83–4349.63 mg GAE/100 g ซึ่งน้อยกว่าถั่วเขียวอ้างอิงเพียงเล็กน้อย

3.5 Total Flavonoid Content (TFC)

จากผลการทดลองในตารางที่ 2 แสดงปริมาณ Total Flavonoid Content (TFC) พบว่า ในถั่วเขียวเริ่มงอก (งอกน้ำ) ที่ผ่านการอบแห้งมีค่า 0.62–0.67 mg GAE/g plant powder และถั่วเขียวเริ่มงอก (งอกออกอากาศ) ที่ผ่านการอบแห้งมีค่า 0.29–0.30 mg GAE/g plant powder คิดเป็น 49.6% และ 76.0% ของถั่วเขียวอ้างอิง ตามลำดับ ซึ่งปริมาณ TFC ที่ลดลงนั้นคาดว่ามาจากอุณหภูมิในการอบแห้งที่มากกว่าจุดหลอมเหลวของฟลาโวนอยด์ นั้นคือ 135.5–137.9°C

ตารางที่ 2 Total Flavonoid Content (TFC), Gamma Amino Butyric Acid (GABA)

อุณหภูมิอบแห้ง	TFC (mg GAE/ g plant powder)		GABA (mg / 100 g dry weight)	
	งอกน้ำ	งอกอากาศ	งอกน้ำ	งอกอากาศ
Reference	1.25±0.05^{a}	1.25±0.05^{a}	0.22±0.04^{c}	0.22±0.04^{b}
Shade dry	0.81±0.02^{b}	0.30±0.01^{b}	16.60±0.93^{a}	15.60±0.54^{a}
110 °C	0.67±0.06^{c}	0.30±0.01^{b}	16.27±0.09^{b}	15.40±0.90^{a}
130 °C	0.62±0.06^{c}	0.29±0.01^{b}	16.15±0.21^{b}	15.30±0.17^{a}
150 °C	0.63±0.02^{c}	0.30±0.01^{b}	16.11±0.21^{b}	15.00±0.20^{a}

*อักขระภายในคอลัมน์เดียวกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.6 Gamma Amino Butyric Acid (GABA)

ปริมาณ GABA ในถั่วเขียวเริ่มงอกที่ผ่านการอบแห้งแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ปริมาณ GABA มีค่า 15.00–16.27 mg/100 g dry weight ซึ่งเพิ่มขึ้น 73.95 เท่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณ GABA เกิดขึ้นเนื่องจากเมล็ดถั่วเขียวอยู่ในสภาพที่ได้รับความเครียดโดยการไม่มีอากาศหรือขาดออกซิเจนทำให้เกิดการกระตุ้นให้มีการเพิ่มระยะ Ca^{2+}/calmodulin-dependent activity ของ glutamate decarboxylase (GAD) จึงส่งให้มีการเปลี่ยน glutamate ไปเป็น GABA ได้มากขึ้น [11]

TSAE

4. สรุป

จากการศึกษาอิทธิผลของการอบแห้งถั่วเขียวเริ่มงอก (พันธุ์ชัยนาท 72) ด้วยเทคนิคฟลูอิดไดเซชั่นพบว่าอุณหภูมิของอากาศร้อนที่ใช้ในการอบแห้งเพิ่มขึ้น ระยะเวลาที่ใช้อบแห้งสั้นลงและถั่วเขียวเริ่มงอกเมื่อผ่านการอบแห้งส่งผลให้ปริมาณ TSPC, TCP, DPPH และ TFC ของถั่วเขียวเริ่มงอกทั้งกระบวนการงอกน้ำและงอกอากาศลดลง แต่อยู่ในปริมาณที่ยอมรับได้ในขณะที่ปริมาณ GABA เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอ้างอิงสำหรับอุณหภูมิในการอบแห้ง พบว่าไม่ส่งผลต่อคุณภาพทางเคมีของถั่วเขียวเริ่มงอกทั้งกระบวนการงอกน้ำและงอกอากาศ และกระบวนการงอกถั่วเขียวเริ่มงอกด้วยการงอกน้ำมีแนวโน้มทำให้คุณภาพทางเคมีที่สูงกว่าการงอกด้วยอากาศ

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ให้งบประมาณสนับสนุนงานวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Xiaowei, Z. et at. (2013). Chemical composition and antioxidative and anti-inflammatory properties of ten commercial mung bean samples. LWT-Food Science and Technology, vol. 54, pp. 171–178.

[2] Baojun, X. and Sam, K.C.C. (2012). Comparative study on antiproliferation properties and cellular antioxidant activities of commonly consumed food legumes against nine human cancer cell lines. *Food Chemistry,* vol. 134, pp. 1287–1296.

[3] Lopez-Amoro, M.L., Hernandez, T. and Estrella, I., (2006). Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis,* vol. 19, pp. 277–283.

[4] Somchart, S., Adisak, N., Athikom, J. and Chaiyong, T., (2006), Parboiling brown rice using super heated steam fluidization technique. *Journal of Food Engineering,* vol. 75, pp. 423–432.

[5] Iqbal, S., Bhanger, M.I. and Anwar, F. (2005). Antioxidant properties and components of some comercially available varieties of rice bran in Pakistan. *Food Chemistry,* vol. 93, pp. 265–272.

[6] Zhishen, J., Mengchen, T., and Jiamming, W. (1999). The determination of flavonoids contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry,* vol. 64(4), pp. 555-559.

[7] Khuhawar, M.Y. and Rajper, A.D., (2003). Liquid chromatographic determination of γ-aminobutyric acid in cerebrospinal fluid using 2-hydroxynaphthaldehyde as derivatizing reagent. *Journal of Chromatography B*, vol. 788, pp. 413–418.

[8] Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology,* vol. 299, pp. 152–178.

[9] Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel - Wissenschaft and -Technologies,* vol. 28(1), pp. 25–30.

[10] Xiya, H., Weixi, C. and Baojun, X. (2014). Kinetic changes of nutrients and antioxidant capacities of germinated soybean (Glycine max L.) and mung bean (Vigna radiata L.) with germination time. *Food Chemistry*, vol. 143, pp. 268–276.

[11] Shelp, B.J., Brown, A.W. and Mclean, M.D., (1999). Metabolism and functions of gamma – aminobutyric acid. *Trends in Plant Science*, vol. 4, pp. 446-452.

TSAE