

บทคัดย่อ

ธัญพืชเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับมนุษย์โดยเฉพาะถั่วเหลืองและถั่วเขียว ถั่วเหลืองเป็นแหล่งของโปรตีนที่มีคุณภาพดีสามารถใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ได้ การนำธัญพืชมาผ่านกระบวนการงอกจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของเมล็ดส่งผลให้สารอาหารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง และมีสารอาหาร แร่ธาตุและวิตามินต่างๆ เพิ่มขึ้น เช่น เยื่อใย สารกาบา (GABA) สารประกอบฟีนอลิก วิตามินซี และวิตามินอี เป็นต้น สภาวะในการแช่และการงอกนับเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ ก่อนการบริโภคธัญพืชงอกจะต้องนำมาผ่านการหุงต้มซึ่งวิธีการหุงต้มอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารที่เพิ่มขึ้นได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารกาบา สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของถั่วเหลือง และถั่วเขียว ในระหว่างการแช่และการงอกตลอดจนผลของความร้อนต่อปริมาณสารที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการงอก โดยนำถั่วเหลืองพันธุ์เขียวใหม่ 60 และ ถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ชัยนาท 2 มาแช่น้ำที่อุณหภูมิ 25, 30, 35 และ 40 °C ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง จากนั้นนำถั่วจากสภาวะการแช่ที่ให้ปริมาณสารกาบาสูงสุดไปงอกที่ระยะเวลา 0, 12, 24, 36, 48 และ 60 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิและเวลาในการแช่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณสารกาบา สารประกอบฟีนอลิก และคุณภาพทางเคมี ($p \leq 0.05$) เมื่อแช่ถั่วเหลือง และถั่วเขียวที่อุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณสารกาบาจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและจะค่อยๆ ลดต่ำลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (35-40 °C) อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการแช่ถั่วเหลือง และถั่วเขียวคือ ที่ 30 °C นาน 6 ชั่วโมง เนื่องจากมีปริมาณสารกาบาเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ 13.676 และ 7.002 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่วัดด้วยวิธี DPPH และ FRAP ของถั่วเหลืองพบว่าเมื่อผ่านการแช่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ถั่วเขียวมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเมล็ดแห้ง พบว่าเมื่อเวลาและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระทั้ง DPPH และ FRAP ของถั่วทั้ง 2 ชนิดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ดัชนีหลักในการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมของการแช่คือปริมาณสารกาบา ดังนั้นจึงนำถั่วทั้ง 2 ชนิด ที่แช่น้ำอุณหภูมิ 30 °C เวลา 6 ชั่วโมง มางอกที่ระยะเวลา 0, 12, 24, 36, 48 และ 60 ชั่วโมง จากการทดลอง พบว่าระยะเวลาในการงอกมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมี โดยปริมาณเยื่อใยจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นในขณะที่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน และเส้นใยมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) ในส่วนของสารกาบาจะมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นและสูงสุดเมื่องอกนาน 12 ชั่วโมง โดยถั่วเหลืองและถั่วเขียวมีปริมาณสารกาบาเท่ากับ 19.118 และ 11.630 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ และเมื่องอกต่อไปที่ 24, 36, 48, และ 60 ชั่วโมง ปริมาณสารกาบาจะมีแนวโน้มลดลง ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ FRAP ของถั่วเหลืองและถั่วเขียวมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน คือจะมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นตาม

ระยะเวลาในการงอกที่เพิ่มขึ้น และจะมีปริมาณสูงสุดเมื่องอกนาน 48 ชั่วโมง และจะลดลง ($p \leq 0.05$) เมื่องอกต่อที่ 60 ชั่วโมง

ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมในการงอกของถั่วเหลือง และถั่วเขียวเมื่อใช้ปริมาณสารกาบาเป็นดัชนีในการคัดเลือกคือการงอก 12 ชั่วโมงโดยถั่วเหลืองและถั่วเขียวมีสารกาบา 19.118 และ 10.663 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ จากนั้นนำไปให้ความร้อนเพื่อให้เป็นถั่วพร้อมบริโภค โดยการต้มแบบปกติที่อุณหภูมิ 85 °ซ นาน 20 นาที และต้มด้วยไมโครเวฟกำลังไฟ 800 วัตต์ นาน 7 นาที พบว่าการต้มทั้ง 2 ลักษณะส่งผลให้สารกาบาลดลงโดยถั่วเหลืองที่ต้มแบบปกติและต้มด้วยไมโครเวฟสารกาบาจะลดลงจาก 19.118 เหลือ 16.706 และ 16.001 ตามลำดับ (ลดลงร้อยละ 12.62 และ 16.30 ตามลำดับ) ส่วนถั่วเขียวที่ต้มแบบปกติและต้มด้วยไมโครเวฟสารกาบาจะลดลงจาก 10.663 เหลือ 4.923 และ 7.809 ตามลำดับ (ลดลงร้อยละ 53.83 และ 26.77 ตามลำดับ) ในถั่วเหลืองการต้มแบบปกติส่งผลให้สารกาบาลดลงมากกว่าการต้มด้วยไมโครเวฟเล็กน้อยคือร้อยละ 3.68 แต่ถั่วเขียวการต้มแบบปกติจะทำให้สารกาบาลดลงมากกว่าการต้มด้วยไมโครเวฟถึงร้อยละ 27.06 ในส่วนของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระทั้งที่วัดด้วยวิธี DPPH และ FRAP มีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) เมื่อนำถั่วไปผ่านการต้มทั้ง 2 วิธี แต่ความร้อนไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมี ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการหุงต้ม จะทำให้ปริมาณสารกาบาลดลง แต่สารกาบายังคงเหลืออยู่ในถั่วเหลือง และถั่วเขียวมากกว่าถั่วที่ไม่ได้ผ่านการงอก ดังนั้นทั้งการแช่และการงอกสามารถปรับปรุงคุณภาพทางด้านสารโภชนเภสัชของถั่วให้สูงขึ้นได้

Abstract

Cereal is the important food source for humans, especially soy bean and mung bean. Soy bean is a good source of quality protein that can be a substitute for meat. Germination process caused to change the biochemical of the seeds, and the decomposition of the high molecules which led to increase minerals, vitamins, fiber and phenolic compounds etc. The conditions of soaking and germination caused the major changes. Moreover, prior to consumption, the germinated cereal must be cooked with the method of cooking could cause changes in nutrients. Therefore, the purposes of this research were to investigate the change of GABA content, total phenolic compounds and antioxidant activity of soy bean and mung bean, during soaking and germination, including the effect of the heat to the substances content which increased during germination. Soaking the soy bean varieties Chiang Mai 60 and mung bean varieties Chainat 2 with water at 25, 30, 35 and 40 ° C at 3, 6, 9 and 12 hours, respectively. Then, taking the beans from the soaking condition of the GABA maximum germinated for 0, 12, 24, 36, 48 and 60 hours. The results found that the temperature and soaking time influenced on the GABA content, phenolic compounds and chemical property ($p \leq 0.05$). When soaked soybeans and mung beans at a higher temperature, the GABA content tended to higher and gradually lower when soaked them at a higher temperatures at 35-40°C. The optimum temperature and time of soaking soy bean and mung bean at 30 ° C for 6 hours due to GABA was the maximum content at 13.676 and 7.002 mg/100 g, respectively. The total content of phenolic compounds and antioxidant properties as measured by DPPH and FRAP methods of soybean found that after soaking their content tended to increase ($p \leq 0.05$), while mung bean tended to decrease when compared to the dry mung beans ($p \leq 0.05$). But, when the time and temperature increased the content of total phenolic compounds and antioxidant properties in both DPPH and FRAB of soy bean and mung bean tended to higher. The index of selecting the optimum condition of soaking was the GABA content. Thus, taking the 2 types of beans soaked with water at 30 °C for 6 hours germinated for 0, 12, 24, 36, 48 and 60 hours. The results revealed that the germination time affect the chemical composition, the fiber content

increased when the time increased while the content of protein, fat and ash tended to decrease ($p \leq 0.05$). As for the GABA content was higher and the highest when the germination time for 12 hours which soy bean and mung bean had the GABA content was 19.118 and 11.630 mg /100 g, respectively, when continually germinated to 24, 36, 48, and 60 hours, the GABA tended to decrease, respectively ($p \leq 0.05$). The total phenolic compounds and antioxidant properties in the DPPH and FRAP of soy bean and mung bean changed in the same direction, the antioxidant properties increased when the time increased and the highest amount of germination for 48 hours and decreased ($p \leq 0.05$) when continually germinated for 60 hours. Thus, the optimum germination time of soybean and mung bean used the content of GABA as an index by selecting at 12 hours there were 19.118 and 10.663 mg/100 g, respectively. Hence, to heat the beans for consumption by using the method of conventional boil at 85°C for 20 minutes and microwave boil at 800 watts power for 7 minutes. It was found that the both methods of boiling affecting the GABA content decreased by conventional boiling soybean and boiled in a microwave GABA was reduced from 19.118 to 16.706 and 16.001, respectively (reduced 12.62 and 16.30 %, respectively). While the conventional boil mung bean and boiled with a microwave; GABA was reduced from 10.663 to 4.923 and 7.809, respectively (reduced 53.83 and 26.77%, respectively). In conventional boiling soybean affecting the GABA content slightly decreased more than in boiling with a microwave as 3.68 percent. However, the conventional boil mung bean GABA decreased more than in boiling with a microwave up to 27.06 percent. The total phenolic compounds and the antioxidant property were both for measuring by DPPH and FRAP methods tended to decrease ($p \leq 0.05$) when taking beans boiled by the two methods, the heat did not affect the chemical composition ($p > 0.05$). Although cooking made the GABA content reduced, it remained in soy beans and mung beans more than the beans which had no germination process. Thus, the soaking and the germination process could improve the quality of nutrition and pharmaceutical substances in beans higher.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 สมมติฐานการวิจัย/กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร.....	5
2.1 ถั่วเหลือง.....	5
2.2 ถั่วเขียว.....	10
2.3 การแช่.....	13
2.4 การงอก.....	16
2.5 กรดแกมมาอะมิโนบิวทริก.....	26
2.6 สารประกอบฟีนอลิก.....	30
2.7 สารต้านอนุมูลอิสระ.....	33
2.8 กระบวนการแปรรูปโดยใช้ความร้อน.....	50
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	58
3.1 อุปกรณ์การทดลอง.....	58
3.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ.....	58
3.3 อุปกรณ์สำหรับการให้ความร้อน.....	60
3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผล.....	60
3.5 วิธีการทดลอง.....	61

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	64
4.1 องค์ประกอบทางเคมีปริมาณสารกาบา (GABA) สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและ คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของถั่วเหลือง และถั่วเขียว.....	64
4.2 ผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการแช่ ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ต่อปริมาณสารกาบา (GABA), สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ.....	65
4.3 ผลของระยะเวลาในการงอก ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ต่อปริมาณ GABA, องค์ประกอบ ทางเคมี, สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ.....	83
4.4 ผลของกระบวนการแปรรูป ได้แก่ การหุงต้มด้วยความร้อน ด้วยวิธีแบบดั้งเดิม กับการใช้ ความร้อนจากไมโครเวฟ ต่อปริมาณ GABA, องค์ประกอบทางเคมี, สารประกอบฟีนอลิก ทั้งหมด และคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ.....	97
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	101
ข้อเสนอแนะ.....	103
บรรณานุกรม.....	104
ภาคผนวก.....	113
การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี.....	114

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง.....	7
2.2 ชนิดและปริมาณกรดไขมันในถั่วเหลืองและถั่วเหลืองอก.....	7
2.3 กรดอะมิโนชนิดต่างๆในถั่วเหลือง และผลิตภัณฑ์อื่นๆ.....	8
2.4 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วเขียว และแป้งถั่วเขียว	12
2.5 อุณหภูมิระดับต่างๆที่เมล็ดพันธุ์พืชชนิดต่างๆสามารถงอกได้.....	19
4.1 ผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการแช่ ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ต่อปริมาณความชื้น.....	64
4.2 ผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการแช่ ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ต่อปริมาณสารกาบา.....	65
4.3 ผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการแช่ ของถั่วเหลือง และถั่วเขียว ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC).....	68
4.4 ผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการแช่ ของถั่วเหลือง และถั่วเขียว ต่อคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH).....	72
4.5 ผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการแช่ของถั่วเหลือง และถั่วเขียว ต่อคุณสมบัติในการ ต้านอนุมูลอิสระ (FRAP).....	75
4.6 ผลของระยะเวลาในการงอก ต่อปริมาณสารกาบา ในถั่วเหลือง และถั่วเขียว.....	79
4.7 ผลของระยะเวลาในการงอก ต่อองค์ประกอบทางเคมี ของถั่วเหลือง	84
4.8 ผลของระยะเวลาในการงอก ต่อองค์ประกอบทางเคมี ของถั่วเขียว.....	86
4.9 ผลของระยะเวลาในการงอก ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (TPC).....	89
4.10 ผลของระยะเวลาในการงอก ต่อคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH), (FRAP) ของถั่วเหลือง.....	92
4.11 ผลของระยะเวลาในการงอก ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (TPC).....	94
4.12 ผลของระยะเวลาในการงอก ต่อคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH), (FRAP) ของถั่วเขียว.....	97
4.13 ผลของการหุงต้มด้วยความร้อนจากไมโครเวฟของถั่วเหลือง และถั่วเขียว ที่กำลังไฟ 800 วัตต์ ระยะเวลาต่างๆ กันต่อปริมาณสารกาบา.....	98

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะของฝักถั่วเหลือง และส่วนประกอบของเมล็ดถั่วเหลือง.....	6
2.2 ลักษณะของฝักถั่วเขียว และส่วนประกอบของเมล็ดถั่วเขียว.....	11
2.3 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการแช่ของข้าวบาเลย์.....	14
2.4 ระยะต่างๆ ในการงอกของเมล็ดพืช.....	17
2.5 ลักษณะการงอกของเมล็ดถั่ว.....	20
2.6 การย่อยสลายอาหารที่เก็บสะสมในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว.....	21
2.7 การย่อยสลายอาหารที่เก็บสะสมในพืชใบเลี้ยงคู่.....	22
2.8 โครงสร้างสาร GABA.....	26
2.9 สารกาบา (gamma-aminobutyric acid) กับความสัมพันธ์ในการเผาผลาญ.....	28
2.10 ความสัมพันธ์ของกาบาเมื่อเซลล์ได้รับความเครียด.....	29
2.11 โครงสร้างของ phenolic compounds ที่พบมากโดยทั่วไป.....	30
2.12 โครงสร้างของ Phenolics acids ที่พบโดยทั่วไป อนุพันธ์ของกรดเบนโซอิก และอนุพันธ์กรด cinnamic.....	31
2.13 ลักษณะของอนุมูลอิสระ (free radicals) และสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant).....	33
2.14 การเกิดอนุมูลอิสระในกระบวนการหายใจแสง (photorespiration).....	37
2.15 การเกิดอนุมูลอิสระในกระบวนการเบตา-ออกซิเดชัน (β -oxidation).....	38
2.16 การเกิดอนุมูลอิสระในปฏิกิริยาแสงของกระบวนการสังเคราะห์แสง.....	39
2.17 การเกิดอนุมูลอิสระในปฏิกิริยาถ่ายทอดอิเล็กตรอนของกระบวนการหายใจ.....	39
2.18 โครงสร้างทางเคมีของ ABTS.....	42
2.19 สูตรโครงสร้างของ 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH radical).....	42
2.20 กลไกการเกิดปฏิกิริยา lipidperoxidation.....	45
2.21 ปฏิกิริยาการเกิด TBARS.....	45
2.22 โครงสร้าง nitrobluetetrazolium (NBT).....	47
2.23 ปฏิกิริยาของ FRAP assay.....	48
2.24 การหมუნตัวของสารประกอบที่มีประจุเนื่องจากโมโครเวฟ.....	56
4.1 ปริมาณความชื้นของถั่วเหลือง และถั่วเขียว.....	66
4.2 ปริมาณสารกาบาของถั่วเหลือง และถั่วเขียว.....	69

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของถั่วเหลือง และถั่วเขียว.....	73
4.4 คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) ของถั่วเหลือง และถั่วเขียว.....	76
4.5 คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ (FRAP) ของถั่วเหลือง และถั่วเขียว.....	80
4.6 ลักษณะของถั่วอก ที่ระยะเวลาต่างๆ ของถั่วเหลืองอก และถั่วเขียวอก.....	83
4.7 ปริมาณสารกาบาของถั่วเหลืองและถั่วเขียวในระหว่างการงอกที่ระยะเวลาต่างๆ.....	84
4.8 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองในระหว่างการงอกที่ระยะเวลาต่างๆ.....	86
4.9 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเขียวในระหว่างการงอกที่ระยะเวลาต่างๆ.....	89
4.10 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของถั่วเหลืองและถั่วเขียวในระหว่างการงอก ที่ระยะเวลาต่างๆ.....	92
4.11 คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH), FRAP) ของถั่วเหลืองในระหว่างการงอก ที่ระยะเวลาต่างๆ.....	94
4.12 คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH), (FRAP) ของถั่วเขียวในระหว่างการงอก ที่ระยะเวลาต่างๆ.....	95
4.13 ปริมาณสารกาบาในถั่วเหลือง และถั่วเขียวที่หุงต้มด้วยความร้อนด้วยวิธีแบบแบบปกติ อุณหภูมิ 85 °ซ ที่เวลาต่างๆ.....	97
4.14 ปริมาณสารกาบาในถั่วเหลือง และถั่วเขียว ที่หุงต้มด้วยความร้อนจากไมโครเวฟ ที่กำลังไฟ 800 วัตต์ ที่เวลาต่างๆ.....	99
ภาพภาคผนวก	
ก 1 กราฟมาตรฐานความเข้มข้นของสารกาบาในการวิเคราะห์ปริมาณกาบา.....	121
ก 2 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิกในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด.....	123
ก 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณโทลอกซ์.....	124
ก 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณโทลอกซ์.....	125