

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาพันธุ์ถั่วเขียว
2. โครงการวิจัย : วิจัยเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวให้มีคุณภาพ
 กิจกรรมที่ 1 : การวิจัยเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวผิวมัน
 กิจกรรมย่อยที่ 1.2 : วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ศึกษาวิธีการเก็บรักษาแป้งที่เหมาะสมเพื่อลดการสูญเสียปริมาณและคุณภาพ ความหนืด และปริมาณสาร Isoflavone ของแป้งถั่วเขียว
 ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : The study of storage conditions to reduce losses of quantity, quality, viscosity properties and isoflavone Content in Muangbeans' Flour and Starch.
4. คณะผู้ดำเนินงาน

ชื่อ-นามสกุล	สังกัด	บทบาทและสัดส่วนที่ทำการวิจัย(%)	
นายนฤเทพ เวชภิบาล	สวป.	หัวหน้าการทดลอง	80%
นางสาวจรรรัตน์ พุ่มประเสริฐ	สวป.	ผู้ร่วมงาน	20%

Abstarct

The objective of this study was to observe storage conditions to reduce losses of quantity, quality, viscosity properties and isoflavone content in muangbeans' flour and starch. Two different cultivars (cv.) of muangbean cv. Kampeangsan 2 and cv. Chainat 72 were processed as flour and starch, and stored at ambient temperature and 10°C for 10 months at Postharvest and Processing Research and Development Office, Bangkok between October 2011 and September 2013. The results showed that the appropriated storage conditions for flour and

starch to prolong isoflavone content was 10 °C as compared to the ambient temperature. Protein contents in muangbean's flour were higher than starch in range 18.304-37.817% and 0.146-0.721%, respectively. Besides, Moisture content in both flour and starch tended to increased monthly for the whole storage periods. Moreover, flour contained amylose contents higher than starch as 45.346-57.946 and 19.853-28.151%, respectively. The maximum viscosity and setback properties of flour were lower than starch significantly. However, breakdown property of starch was clearly greater than flour. In addition, the color changes of flour and starch shown as L*, a* and b* were detected differently following their properties.

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้คือการศึกษาวิธีการเก็บรักษาแป้งที่เหมาะสมเพื่อลดการสูญเสีย ปริมาณและคุณภาพ ความหนืด และปริมาณสาร Isoflavone ของแป้งถั่วเขียว โดยทำการวางแผนการทดลอง แบบ split plot in CRD จำนวน 4 ซ้ำ การทดลองประกอบด้วยปัจจัยหลัก และปัจจัยรอง มีปัจจัยหลักเป็นถั่วเขียว 2 สายพันธุ์ (กำแพงแสน 2 และ ชัยนาท 72) และอุณหภูมิ 2 ระดับ (10 °C และอุณหภูมิห้อง) ปัจจัยรอง (subplot) คือ ระยะเวลาเก็บรักษา 10 เดือน โดยนำถั่วเขียว 2 พันธุ์มาผลิตเป็นแป้งฟลาว และแป้งสตาร์ช แล้วนำแป้งทั้ง 2 ชนิดเก็บรักษาที่ นาน 10 เดือน โดยทุกๆ เดือนสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพ ได้แก่ ความชื้น(AOAC, 1995) ปริมาณโปรตีนแบบ Buchi-Kjeldahl-System (AOAC, 1995) อมิโลส (Juliano *et al.*,1981) สีแป้ง ความหนืด (ดัดแปลงจาก Mota *et al.*,2000) และปริมาณสารไอโซฟลาโวน (Lee *et al.*, 2010) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยทำการทดลองในช่วงตุลาคม 2554 – กันยายน 2556 ณ สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรุงเทพฯ ผลการทดลองพบว่า การเก็บรักษาแป้งฟลาวและสตาร์ชถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัยนาท 72 ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสที่เหมาะสมกว่าการเก็บ ณ อุณหภูมิห้อง เนื่องจากมีอัตราการลดลงของสารไอโซฟลาโวนที่น้อยกว่า โปรตีนในแป้งฟลาวมีปริมาณมากกว่าแป้งสตาร์ชในทุกกรรมวิธี โดยแป้งฟลาวและสตาร์ชมีปริมาณโปรตีนในช่วง 18.304-37.817% และ 0.146-0.721% ตามลำดับ ความชื้นในแป้งฟลาวและสตาร์ชในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกเดือนตลอดช่วงการเก็บรักษา ปริมาณอมิโลสในแป้งฟลาวมากกว่าแป้งสตาร์ชเป็น 45.346-57.946 และ 19.853-28.151% ค่าความหนืดสูงสุด (maximum viscosity) ของแป้งฟลาวจะต่ำกว่าแป้งสตาร์ช และแป้งสตาร์ชที่เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียสจะมีค่าความหนืดสูงสุดมากกว่าการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องทั้งในถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัยนาท 72 ส่วนค่า break down ของแป้งฟลาวมี

ปริมาณสูงกว่าแป้งสตาร์ชอย่างเห็นได้ชัด ค่า setback ในแป้งสตาร์ชสูงกว่าแป้งฟลาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกกรรมวิธี โดยแป้งสตาร์ช และ แป้งฟลาวมีค่า setback ในช่วง 7.3 – 13.8 BU และ 153.0 – 262.3 BU ตามลำดับ แป้งฟลาวและสตาร์ชของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัยนาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง นาน 9 เดือนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง (L^*) ลดลงต่อเนื่อง ค่าสัมประสิทธิ์สี (a^*) ของสีแป้งฟลาวจะอยู่ในทิศของสีเขียว ($-a^*$) ในขณะที่สีของแป้งสตาร์ชจะมีแนวโน้มอยู่ในทิศของสีแดง ($+a^*$) ค่าสัมประสิทธิ์สี (b^*) ของแป้งฟลาวจะมีแนวโน้มไปในทางทิศของค่าความเป็นสีเหลือง ($+b^*$) มากกว่าแป้งสตาร์ชอย่างเห็นได้ชัด

คำนำ

ถั่วเขียวจัดเป็นพืชที่อยู่ในกลุ่มอาหารสุขภาพ มีคุณค่าทางอาหารสูง มีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูงแต่มีปริมาณไขมันต่ำ จึงไม่สามารถใช้เป็นแหล่งของน้ำมันจากพืชได้ องค์ประกอบที่มีมากที่สุดในถั่วเขียวคือคาร์โบไฮเดรต จึงใช้ถั่วเขียวเป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้งฟลาว (flour) และแป้งสตาร์ช (starch) ได้เป็นอย่างดี (จินตนา, 2538) โดยแป้งฟลาว (flour) หมายถึง ผลิตภัณฑ์แป้งที่ผลิตจากวัตถุดิบ โดยนำวัตถุดิบมาบดจนละเอียดภายในแป้งประกอบด้วยสารอาหารและองค์ประกอบต่างๆที่มีอยู่ในวัตถุดิบเดิมทั้งหมด คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใย และแร่ธาตุต่างๆ ส่วนแป้งสตาร์ช (starch) คือแป้งที่กำจัดคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใย และแร่ธาตุต่างๆ ออกไป จนเหลือแป้งบริสุทธิ์เป็นส่วนใหญ่ ปัจจุบันมีการนำถั่วเขียวไปใช้ประโยชน์เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารหลายประเภท เช่น ใช้บริโภคโดยตรง ใช้ผลิตถั่วงอก ผลิตแป้งถั่วเขียว แป้งสลิ้ม แป้งสาคุ วุ้นเส้นกึ่งสำเร็จรูป โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตวุ้นเส้น พบว่า วุ้นเส้นที่ผลิตจากถั่วเขียวแท้มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารจากธัญพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งเป็นผลดีกับการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน และโรคหัวใจ นอกจากนี้อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำยังช่วยให้สมรรถภาพทางกีฬาสูงขึ้น ช่วยป้องกันโรคมะเร็งบางชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมะเร็งลำไส้ใหญ่_อีกทั้งพบว่าพืชจำพวกถั่ว ในตระกูล Leguminosae จะมีสารไอโซฟลาโวน (Isoflavones) เป็นองค์ประกอบ ซึ่งสารดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นอาหารเสริมเพื่อช่วยในการยับยั้งการเกิดของเซลล์มะเร็ง (DeMan, J.M. et al,1990) ลดระดับคลอเลสเตอรอล (Setchell et al, 1985) ชะลอการเสื่อมของกระดูกและช่วยรักษาอาการของผู้ที่อยู่ในวัยหมดประจำเดือน (Dobbins et al., 2002) โครงสร้างทางเคมีของไอโซฟลาโวน เรียกว่า กลัยโคไซด์ (glycoside) ชนิดที่มีโมเลกุลของน้ำตาล เรียกว่า กลัยโคน (glycone) ส่วนชนิดที่ไม่มีโมเลกุลน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ (non-glycoside) เรียกว่า อะกลัยโคน (aglycone) (ผ่องศรี และคณะ, 2550) ไอโซฟลาโวนแบ่งได้เป็น 12 ชนิด และที่พบมากในถั่วเหลือง คือ เจนิสตีอิน (genistein) แดดซีอิน (diadzein) และ กลัยซีทีอิน (glycitein) โดยเรียกรวมว่า ไอโซฟลาโวน คอนจูเกต ซึ่งจะมีฟังก์ชันนอล R_1 R_2 และ R_3 แตกต่างกัน (Anon, 2001) นอกจากนี้ สุปรียา

(2551) วิจัยและพัฒนาการสกัดสารไอโซฟลาโวนส์จากถั่วเหลืองโดยวิธี High Performance Liquid Chromatography (HPLC) พบว่าสารสกัดจากถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองมีสารไอโซฟลาโวนส์ 4 ชนิด คือ ถั่วเหลืองมี daidzin 7.00 มิลลิกรัมต่อลิตร daidzein 4.60 มิลลิกรัมต่อลิตร genistin 36.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และ genistein 7.45 มิลลิกรัมต่อลิตร กากถั่วเหลืองมี daidzin 23.65 มิลลิกรัมต่อลิตร daidzein 6.35 มิลลิกรัมต่อลิตร genistin 39.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และ genistein 18.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ลิตร ผ่องศรี(2544) สกัดสารไอโซฟลาโวนส์จากกากถั่วเหลืองด้วยเอทานอลพบว่า สภาวะที่เหมาะสมคือสกัดกากถั่วเหลือง 1 กิโลกรัม ด้วยเอทานอล 64 เปอร์เซ็นต์(v/v) ปริมาตร 15 ลิตร ใช้ความร้อนที่ 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 110 นาที การวิเคราะห์ไอโซฟลาโวนส์ในครูดแอกซ์แทรกและโมลาสถั่วเหลืองและกรดอะมิโนทั้งหมดในโมลาสถั่วเหลืองด้วยเครื่อง HPLC มีค่าเท่ากับ 62.2340 มก./ล. 219.3004 มก./ล. และ 299.81 มก./ล. ตามลำดับ สมพิศ(2550) ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารไอโซฟลาโวนส์และคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ทำจากถั่วเหลืองในอาหารมังสวิรัตไทยพบว่ามีปริมาณสารไอโซฟลาโวนส์ที่หลากหลายตั้งแต่ 1.2 - 63.4 มิลลิกรัมไอโซฟลาโวนส์ต่ออาหารเปียก 100 กรัม

ถั่วเขียวเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการแปรรูปเป็นนุ่นเส้น ซึ่งต้องใช้คุณสมบัติของแป้ง คือ ความหนืด สูง และปริมาณโปรตีนต่ำ ถ้าคุณภาพแป้งเปลี่ยนแปลง ก็จะมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ การเก็บรักษาที่มีสภาพการเก็บรักษาที่ต่างกัน เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความชื้นผลิตผล และระยะเวลาการเก็บรักษา ก็อาจทำให้คุณภาพ เช่น ความหนืด ปริมาณน้ำมัน เปลี่ยนไปได้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาหาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในผลิตผลและผลิตภัณฑ์จากพืชตระกูลถั่ว

วิธีดำเนินการ

ทำการวางแผนการทดลองแบบ split plot in CRD จำนวน 4 ซ้ำ การทดลองประกอบด้วยปัจจัยหลักและปัจจัยรอง มีปัจจัยหลักเป็นถั่วเขียว 2 สายพันธุ์ (กำแพงแสน 2 และ ชัยนาท 72) และอุณหภูมิ 2 ระดับ (10 °C และอุณหภูมิห้อง) ปัจจัยรอง (subplot) คือ ระยะเวลาเก็บรักษา 10 เดือน โดยนำถั่วเขียว 2 พันธุ์มาผลิตเป็นแป้งฟลาวร์ และแป้งสตาร์ช แล้วนำแป้งทั้ง 2 ชนิดเก็บรักษาที่ นาน 10 เดือน โดยทุกๆ เดือนสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพ ได้แก่ ความชื้น(AOAC, 1995) ปริมาณโปรตีนแบบ Buchi-Kjeldahl-System (AOAC, 1995) อมิโลส (Juliano *et al.*, 1981) สีแป้ง ความหนืด (ดัดแปลงจาก Mota *et*

al.,2000) และปริมาณสารไอโซฟลาโวน (Lee *et al.*, 2010) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

เวลา	ตุลาคม 2554 – กันยายน 2556
สถานที่	ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณสารไอโซฟลาโวน

จากผลการทดลองพบว่าสารไอโซฟลาโวนในแปงฟลาวามีปริมาณมากกว่าในแปงสตาร์ชอย่างชัดเจนโดยในแปงฟลาวจะมีปริมาณไอโซฟลาโวน 1.88 - 2.36 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่แปงสตาร์ชมีปริมาณสารไอโซฟลาโวน 0.29 - 1.23 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อพิจารณาช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษาพบว่า ปริมาณสารไอโซฟลาโวนในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยแปงฟลาวถั่วเขียวสายพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัณนาท 72 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงทุกเดือนถึงเดือนที่ 6 จากนั้นการเปลี่ยนแปลงจะลดลงอย่างช้าๆ ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 9 เดือน ในขณะที่แปงฟลาว ที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง ของถั่วเขียวทั้ง 2 สายพันธุ์ มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกันตลอดอายุการเก็บรักษา แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการเก็บรักษาแปงฟลาวที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เหมาะสมกว่าการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง ในขณะที่แปงสตาร์ชถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัณนาท 72 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดการเก็บรักษา โดยพบว่าการเก็บรักษาแปงสตาร์ชที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัณนาท 72 จะช่วยให้ปริมาณสารไอโซฟลาโวนเสื่อมสลายได้ช้ากว่าการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง โดยแปงสตาร์ชถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัณนาท 72 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณไอโซฟลาโวนเฉลี่ย 0.46 และ 0.36 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ในขณะที่แปงสตาร์ชถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัณนาท 72 ที่เก็บ ณ อุณหภูมิห้องมีปริมาณเฉลี่ย 0.29 และ 0.29 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ

ปริมาณโปรตีน

แปงฟลาวและสตาร์ชในทุกกรรมวิธี ปริมาณโปรตีนมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ตลอดช่วงการเก็บรักษานาน 9 เดือน กล่าวคือแปงฟลาวมีปริมาณโปรตีนในช่วง 18.304 – 37.817% ในขณะที่แปงสตาร์ชมีปริมาณโปรตีนในช่วง 0.146 – 0.721% เนื่องจากแปงสตาร์ชจะมีการกำจัดสิ่งเจือปนประเภทโปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และ

อื่นๆ ออกไปจนเหลือสตาร์ชบริสุทธิ์เป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่แป้ง ฟลาวจะประกอบด้วยสารอาหารและองค์ประกอบต่างๆที่มีอยู่ในวัตถุดิบเดิมทั้งหมด คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใย และแร่ธาตุต่างๆ จึงทำให้ปริมาณโปรตีนในแป้งฟลาวมากกว่าแป้งสตาร์ช โดยปริมาณโปรตีนของแป้งฟลาวของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่า 18.602 – 36.524% และ 18.304 – 36.897% ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณโปรตีนของแป้งฟลาวของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่าเป็น 18.764 – 37.817% และ 18.505 – 37.517% ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณโปรตีนแป้งสตาร์ชของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัยนาท 72 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง นาน 9 เดือนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณโปรตีนของแป้งสตาร์ชถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่า 0.146-0.721% ตามลำดับ ส่วนปริมาณโปรตีนของแป้งสตาร์ชของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่า 0.183-0.500 % และ 0.147-0.511% ตามลำดับ

ปริมาณความชื้น

จากผลการทดลองพบว่าตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาแป้งนาน 9 เดือน จะพบว่าแป้งสตาร์ชมีปริมาณความชื้นมากกว่าในแป้งฟลาวของถั่วเขียวทั้ง 2 สายพันธุ์ (พันธุ์กำแพงแสน 2 และชัยนาท 72) ทั้งกรรมวิธีที่ใช้เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เมื่อเปรียบเทียบช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษาของแต่ละกรรมวิธี จะพบว่าในทุกกรรมวิธี ปริมาณความชื้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกๆ เดือนไปตลอดช่วงอายุการเก็บรักษาแป้งฟลาวที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จะมีความชื้นน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องทั้งในแป้งถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัยนาท 72 ส่วนแป้งสตาร์ชพบความแตกต่างของความชื้นในแต่ละกรรมวิธีแต่ไม่สอดคล้องเหมือนกับแป้งฟลาว ปริมาณความชื้นของแป้งฟลาวถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิห้อง มีค่าในช่วง 5.626-8.645% และ 6.127-9.027% ตามลำดับ ในขณะที่แป้งฟลาวถั่วเขียว สายพันธุ์ชัยนาท 72 การเก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องจะมีปริมาณความชื้นระหว่าง 5.564-8.946% และ 5.497-9.132% ตามลำดับ ส่วนแป้งสตาร์ชถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีปริมาณความชื้น 6.721-9.504% และ 7.616-9.901% ตามลำดับ และถั่วเขียวสายพันธุ์ชัยนาท 72 จะมีปริมาณความชื้นในแป้งสตาร์ช ที่เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องเป็น 6.156-9.625% และ 6.376-9.513% ตามลำดับ

ปริมาณของอไมโลส

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณของอไมโลส (ในภาพรวม) ระหว่างแป้งฟลาว และสตาร์ช มีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด โดยแป้งฟลาวมีค่าในช่วง 19.853-28.151% และแป้งสตาร์ชมีค่าในช่วง 45.346-57.946% เมื่อพิจารณาปริมาณอไมโลสในแป้งฟลาวของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัยนาท 72 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง พบว่ามีแนวโน้มลดลงตลอดช่วงอายุการเก็บรักษานาน 9 เดือน

และ ไม่มีความแตกต่างกันในทุกกรรมวิธีในระหว่างการเก็บรักษาในแต่ละเดือน ในขณะที่แป้งสตาร์ช ถั่วเขียวพันธุ์ กำแพงแสน 2 และชัยนาท 72 ที่เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียสเหมาะสมกว่าการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง เพราะปริมาณอมิโลสจะมากกว่าตลอดช่วงอายุการเก็บรักษานาน 9 เดือน แต่อย่างไรก็ตามพบว่า การเก็บรักษา แป้งสตาร์ชของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ที่เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ไม่มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญตลอดช่วงการเก็บรักษา จนถึงเดือนที่ 8-9 ที่ปริมาณอมิโลสในแป้งสตาร์ช พันธุ์ชัยนาท 72 ที่ เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส (51.962 และ 49.705 องศาเซลเซียส) มีแนวโน้มมากกว่า อุณหภูมิห้อง (50.745 และ 47.979 องศาเซลเซียส)

ค่าความหนืดสูงสุด (maximum viscosity)

จากผลการทดลองพบว่าชนิดแป้งมีผลต่อปริมาณค่าความหนืดสูงสุด (maximum viscosity) อย่งเห็น ได้ชัด กล่าวคือ แป้งพลาจะมีค่าความหนืดสูงสุด น้อยกว่าแป้งสตาร์ช (ตารางที่...) เมื่อพิจารณาจากชนิดแป้งพ ลาว ของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัยนาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง นาน 9 เดือน พบว่าค่าความหนืดสูงสุด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะแป้งพลาถั่วเขียวพันธุ์ กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่าความหนืดสูงสุดประมาณ 25.6 และ 30.3 BU ตามลำดับ และแป้งพลาถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ที่เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่า ความหนืดสูงสุดเฉลี่ย 24.3 และ 25.5 BU ตามลำดับ แม้ว่าค่าความหนืดสูงสุดของแป้งสตาร์ชในแต่ละกรรมวิธี มี แนวโน้มที่ค่อนข้างคงที่ เมื่อเก็บรักษานาน 9 เดือน แต่อย่างไรก็ตามพบว่า กรรมวิธีที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส ของแป้งสตาร์ช ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 มีแนวโน้มมากกว่าอุณหภูมิห้องไปตลอดช่วงเวลากการเก็บรักษานาน 9 เดือน โดยมีค่าเป็น 291.5-319BU และ 270.3-310.0.BU ตามลำดับ เช่นเดียวกับแป้งสตาร์ชถั่วเขียวสายพันธุ์ ชัยนาท 72 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จะมีค่าความหนืดสูงสุดมากกว่าการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง ในช่วงระหว่าง 270.5-294.0 BU และ 265.3-286.0 BUตามลำดับ

ปริมาณค่า break down

จากผลการทดลองพบว่าค่า break down ของแป้งพลาจะมีปริมาณสูงกว่าแป้งสตาร์ชอย่างเห็นได้ชัด โดยแป้ง พลาถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัยนาท 72 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิห้อง จะมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ไปตลอดช่วงอายุการเก็บรักษา 9 เดือน กล่าวคือ แป้งพลาถั่วเขียวพันธุ์ กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่า break down ในช่วง 5.3-8.3BU และ 5.0- 11.0BU ตามลำดับ ในขณะที่แป้งพลาถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง นาน 9 เดือน จะมีค่า break down ที่ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นช่วงเดือนที่ 5, 7 และ 9 ที่ค่า break down ของ แป้งพลาถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้อง จะมีปริมาณสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศา เซลเซียส โดยแป้งสตาร์ชถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่า break

down เฉลี่ย 38.5 และ 36.2 BU ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิห้อง เฉลี่ย 20.1 และ 13.3 BU ตามลำดับ

ค่า setback

จากผลการทดลองพบว่า ค่า setback ในแป้งสตาρχสูงกว่าแป้งฟลาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกกรรมวิธี โดยแป้งสตาρχ และ แป้งฟลาวมีค่า setback ในช่วง 7.3 – 13.8 BU และ 153.0 – 262.3 BU ตามลำดับ โดยแป้งฟลาวถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชยันนาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิห้องไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า setback อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตลอดช่วงอายุการเก็บรักษานาน 9 เดือน โดยแป้งฟลาวถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่า setback ช่วง 8.0-9.5 BU และ 8.8-13.8 BU ตามลำดับ ในขณะที่แป้งฟลาวถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่า setback เป็น 6.8-9.8 BU และ 7.8-10.5 BU ตามลำดับ ส่วนแป้งสตาρχถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 ที่เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่า setback เฉลี่ย 233 และ 220.1 BU ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยมากกว่าแป้งสตาρχถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องเป็น 179.3 และ 165.9 BU ตามลำดับ ส่วนค่า setback ในแป้งสตาρχ ที่เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส ของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชยันนาท 72 มีค่ามากกว่าแป้งสตาρχที่เก็บรักษาไว้ ณ อุณหภูมิห้องของถั่วเขียวทั้งสองสายพันธุ์ โดยแป้งสตาρχ ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส จะมีค่า setback สูงกว่าอุณหภูมิห้องเมื่อเก็บรักษาถึงเดือนที่ 6 เป็น 205.3 และ 191.8 BU ตามลำดับ จากนั้นค่า setback จะมีแนวโน้มลดลงไปจนถึงเดือนที่ 9 ในขณะที่เดียวกันยังพบว่าแป้งสตาρχถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส จะมีค่า setback สูงกว่าการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องเช่นกัน โดยค่า setback ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส จะมีแนวโน้มสูงสุดในเดือนที่ 6 (262.3 BU) จากนั้นจะมีแนวโน้มลดลงไปตลอดช่วงอายุการเก็บรักษา ในขณะที่ค่า setback ที่เก็บรักษาที่ ณ อุณหภูมิห้อง จะสูงสุดในเดือนที่ 3 (228.5 BU) จากนั้นจึงจะลดลงไปถึงเดือนที่ 9

การเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง (L*)

จากผลการทดลองพบว่าแป้งฟลาว และแป้งสตาρχของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชยันนาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง นาน 9 เดือนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง (L*) ลดลงต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแป้งสตาρχมีค่า L* เฉลี่ยมากกว่าแป้งฟลาวในทุกกรรมวิธี แป้งฟลาวถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่า L* เฉลี่ย 92.59 และ 92.47 ตามลำดับ ในขณะที่แป้งฟลาวถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่า L* เฉลี่ยเป็น 92.22 และ 92.16 ตามลำดับ แป้งสตาρχถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่า L* เฉลี่ย 94.31 และ 93.96 ตามลำดับ ในขณะที่แป้งสตาρχถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 ในกรรมวิธีที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่า L* เฉลี่ย เป็น 94.18 และ 94.09 ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ (a^*)

จากผลการทดลองพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ (a^*) ของแป้งถั่วเขียวทั้งสองชนิด (ฟลาว และสตาร์ช) มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ สีแป้งฟลาวจะอยู่ในทิศของสีเขียว ($-a^*$) ในขณะที่สีของแป้งสตาร์ชจะมีแนวโน้มอยู่ในทิศของสีแดง ($+a^*$) โดยแป้งฟลาวถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง นาน 9 เดือนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$) เพิ่มขึ้นจาก -0.44 เป็น -0.31 และจาก -0.40 เป็น -0.31 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการเก็บรักษาแป้งฟลาวถั่วเขียวพันธุ์ชัชวาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า $-a^*$ เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยเพิ่มจาก -0.41 เป็น -0.32 และ -0.39 เป็น -0.31 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า แป้งสตาร์ชถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นสีแดง ($+a^*$) ลดลงตลอดช่วงอายุการเก็บรักษานาน 9 เดือน โดยลดลงจาก 1.10 เป็น 0.76 และ 1.08 เป็น 0.71 ตามลำดับ เช่นเดียวกับแป้งถั่วเขียวพันธุ์ชัชวาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มของค่า $+a^*$ ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา โดยเปลี่ยนแปลงจาก 1.04 เป็น 0.71 และ 1.13 เป็น 0.71 ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ (b^*)

จากผลการทดลองพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ (b^*) ของแป้งฟลาว และแป้งสตาร์ชถั่วเขียวจะอยู่ในทิศของสีเหลือง ($+b^*$) แต่อย่างไรก็ตามพบว่า สีของแป้งฟลาวจะมีแนวโน้มไปในทางทิศของค่าความเป็นสีเหลือง ($+b^*$) มากกว่าแป้งสตาร์ชอย่างเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาแป้งฟลาวถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลานาน 9 เดือน พบว่าค่าความเป็นสีเหลือง ($+b^*$) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงตลอดอายุการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแป้งฟลาวที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ค่า $+b^*$ จะเปลี่ยนจาก 12.62 เป็น 10.09 และ 12.63 เป็น 10.05 ตามลำดับ สอดคล้องกับการเก็บรักษาแป้งฟลาวถั่วเขียวพันธุ์ชัชวาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า $+b^*$ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน โดยลดจาก 12.04 เป็น 10.03 และ 12.06 เป็น 10.07 ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกันพบว่า แป้งสตาร์ชถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า $+b^*$ ลดลงตลอดช่วงอายุการเก็บรักษานาน 9 เดือน โดยลดลงจาก 2.65 เป็น 1.57 และจาก 2.64 เป็น 1.69 ตามลำดับ เช่นเดียวกับแป้งถั่วเขียวพันธุ์ชัชวาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องมีแนวโน้มของค่า $+b^*$ ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา โดยเปลี่ยนแปลงจาก 2.95 เป็น 1.85 และ 2.86 เป็น 1.69 ตามลำดับ

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. การเก็บรักษาแป้งฟลาวและสตาร์ชถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัยนาท 72 ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสที่เหมาะสมกว่าการเก็บ ณ อุณหภูมิห้อง เนื่องจากมีอัตราการลดลงของสารไอโซฟลาโวนน้อยกว่า
2. โปรตีนในแป้งฟลาวมีปริมาณมากกว่าแป้งสตาร์ชในทุกกรรมวิธี โดยแป้งฟลาวและสตาร์ชมีปริมาณโปรตีนในช่วง 18.304-37.817% และ 0.146-0.721% ตามลำดับ
3. ความชื้นในแป้งฟลาวและสตาร์ชในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกๆเดือนตลอดช่วงการเก็บรักษา
4. ปริมาณอมิโลสในแป้งฟลาวมากกว่าแป้งสตาร์ชเป็น 45.346-57.946 และ 19.853-28.151%
5. ค่าความหนืดสูงสุด (maximum viscosity) ของแป้งฟลาวจะต่ำกว่าแป้งสตาร์ช และแป้งสตาร์ชที่เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียสจะมีค่าความหนืดสูงสุดมากกว่าการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องทั้งในถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัยนาท 72
6. ส่วนค่า break down ของแป้งฟลาวมีปริมาณสูงกว่าแป้งสตาร์ชอย่างเห็นได้ชัด
7. ค่า setback ในแป้งสตาร์ชสูงกว่าแป้งฟลาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกกรรมวิธี โดยแป้งสตาร์ช และแป้งฟลาวมีค่า setback ในช่วง 7.3 – 13.8 BU และ 153.0 – 262.3 BU ตามลำดับ
8. แป้งฟลาว และแป้งสตาร์ชของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และชัยนาท 72 ที่เก็บรักษา 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง นาน 9 เดือนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง (L^*) ลดลงต่อเนื่อง
9. ค่าสัมประสิทธิ์สี (a^*) ของสีแป้งฟลาวจะอยู่ในทิศของสีเขียว ($-a^*$) ในขณะที่สีของแป้งสตาร์ชจะมีแนวโน้มอยู่ในทิศของสีแดง ($+a^*$)
10. ค่าสัมประสิทธิ์สี (b^*) ของแป้งฟลาวจะมีแนวโน้มไปในทางทิศของค่าความเป็นสีเหลือง ($+b^*$) มากกว่าแป้งสตาร์ชอย่างเห็นได้ชัด

เอกสารอ้างอิง

- จินตนา อุปติสกุล. 2538. การใช้ประโยชน์จากถั่วเขียว. ในเอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเขียวครั้งที่ 6. นครราชสีมา; สำนักเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยสุรนารี.
- ผ่องศรี ศิวราศักดิ์. 2544. การสกัดสารไอโซฟลาโวนส์จากกากถั่วเหลืองด้วยเอทานอล. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปทุมธานี.
- ศิริรัตน์ กริชจรรย์ . 2552. การบ่มงากับการเกิดแอฟลาทอกซินและกรดไขมันอิสระในเมล็ดงา. ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี อ.เมือง จ. อุบลราชธานี.
- สุปรียา สุขเกษม. 2551. วิจัยและพัฒนาการสกัดสารไอโซฟลาโวนส์จากถั่วเหลือง. กลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตผลเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร.

สมพิศ ชื่นจิตต์เสาวคนธ์. 2550. การวิเคราะห์ปริมาณสารไอโซฟลาโวนและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ทำจากถั่วเหลืองในอาหารมังสวิรัตไทย. สาขาวิชาโภชนศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

อุไรวรรณ พรทวิวุฒิ เคอแรน www.siamca.com/siamca02/Isoflavones.php

DeMan, J.M. 1990. Principles of Food Chemistry. 2nd ed. Van Nostrand Reinhold, New York. 468 pp.

Dobbins, T.A., Konwinski and H. Arthur. 2002. Soy isoflavone concentrate process and product. US Patent 6, 369, 200.

Lee, S.J., Seguin, P., Kim, J.J., Moon, H.I., Ro, H.M., Kim, E.H., Seo, S.H., Kang, E.Y., Ahn, J.K., Chung, I.M., 2010. Isoflavones in Korean soybeans differing in seed coat and cotyledon color. Journal of Food Composition and Analysis 23, 160–165. (Isoflavone HPLC)

Setchell and McLachlan J.A., ed. 1985. Estrogens in the Environment II: 69-85.