

วิธีการเก็บรักษามะถั่วเขียวที่เหมาะสมเพื่อลดการสูญเสียปริมาณสารไอโซฟลาโวนส์

Appropriated Storage Conditions to Reduce Losses of Isoflavones in Mungbean Grains

จารุรัตน์ พุ่มประเสริฐ* นฤเทพ เวชภิบาล และจารุวรรณ บางแวก

Jarurat pumprasert Naruthep Wechpibal and Charuwan Bangwaek

กลุ่มวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

.....

Abstract

Isoflavones is a substance created specifically in the Leguminosae such as soybean, mungbean, peanut, broad bean, etc. The content of Isoflavones in soybeans was extensively studied but the research on mungbean was seldom found. This research aimed to determine the Isoflavones content in mungbean including the studying on seed storage condition to reduce the loss of Isoflavones. It was conducted at Postharvest and Processing Research and Development Office during 2011-2013. The experiment was done in split plot. The 12 grains storage conditions were tested as main plot and 12 months were tested as sub plot. The result showed that only 2 months after storage to preserve isoflavone and protein. For the optimum storage condition to preserve isoflavones Chai Nat 7 2 with 10% of moisture content was kept at 15 °C which could maintain maximum isoflavone as 4.46 µg/g. Kamphaeng Saen 2 mungbean grains with 10% of moisture content was kept at 10 °C, which could maintain maximum protein as 40.36%. After that, isoflavones and protein in all storage condition decreased. For amylose at 7 months after storage, all storage condition was increase an optimum storage condition to stabilize amylose, Chai Nat 7 2 mungbean grains with 10% of moisture content was kept at 15 °C, which could maintain maximum amylose as 23.05%. Later, amylose in mungbean grains storage condition is decreased.

Key words : mungbean storage isoflavones temperature moisture amylose protein

บทคัดย่อ

ไอโซฟลาโวนส์ (isoflavones) เป็นสารที่มีโครงสร้างทางเคมีคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจนในสตรี ถูกสร้างขึ้นในพืชวงศ์ถั่ว เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง ถั่วปากอ้า ได้มีการศึกษาถึงปริมาณไอโซฟลาโวนส์ในถั่วเหลืองกันอย่างแพร่หลาย แต่ยังไม่พบการศึกษาสารดังกล่าวในถั่วเขียว ดังนั้น จึงศึกษาปริมาณไอโซฟลาโวนส์ในเมล็ดถั่วเขียว และวิธีการเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อลดการสูญเสียปริมาณไอโซฟลาโวนส์ ที่สำคัญวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์ ระหว่างตุลาคม 2554 – กันยายน 2556 วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 3 ซ้ำ main plot คือ กรรมวิธีการเก็บรักษา 12 กรรมวิธี ที่มี 3 ปัจจัยร่วมกัน คือ พันธุ์ถั่วเขียว 2 พันธุ์ ความชื้นเริ่มต้น 2 ระดับ และอุณหภูมิ 3 ระดับ sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเขียวเป็นเวลา 12 เดือน พบว่าหลังจากเก็บรักษา 2 เดือน ปริมาณไอโซฟลาโวนส์และเปอร์เซ็นต์โปรตีนเพิ่มสูงขึ้นในทุกกรรมวิธี และการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ที่ความชื้นเมล็ดเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีปริมาณไอโซฟลาโวนส์สูงสุด คือ 4.46 ไมโครกรัมต่อกรัม ส่วนเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่ความชื้นเมล็ดเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด คือ 40.36 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้น เมื่อเก็บรักษานานกว่า 3 เดือน ปริมาณไอโซฟลาโวนส์และปริมาณโปรตีนมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ปริมาณอมิโนสเมื่อเก็บรักษาถึงเดือนที่ 7 พบว่า ปริมาณอมิโนสเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี และเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ที่ความชื้นเมล็ดเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ปริมาณอมิโนสจะไม่เปลี่ยนแปลงมีค่าเท่ากับ 23.05 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นจะมีปริมาณอมิโนสลดลงในทุกกรรมวิธี

คำสำคัญ: ถั่วเขียว การเก็บรักษา สารไอโซฟลาโวนส์ ความชื้น อุณหภูมิ อมิโนส โปรตีน

คำนำ

อาหารที่บริโภคมีส่วนสำคัญต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิต อาหารที่เป็นแหล่งของแอนติออกซิแดนท์สามารถยับยั้งการถูกทำลายของเซลล์จากอนุมูลอิสระ ป้องกันโรคและลดปัญหาสุขภาพได้ ธัญพืชเป็นพืชอาหารที่มีศักยภาพการเป็นอาหารสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งของแอนติออกซิแดนท์จึงเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจในการนำมาพัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (อนุชิตา, 2555) ถั่วเขียวเป็นพืชที่มีประโยชน์สามารถนำไปแปรรูปทำเป็นแป้งถั่วเขียว ซึ่งใช้เป็นแหล่งอาหารโปรตีนได โดยใช้แทนอาหารโปรตีนในกรณีที่ขาดแคลนเนื้อสัตว์ มีปริมาณวิตามินและเกลือแร่หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งแคลเซียม ฟอสฟอรัส และธาตุเหล็ก เมล็ดถั่วเขียวมีโปรตีนร้อยละ 23.4 แป้งร้อยละ 64.0 และไขมันร้อยละ 1.2 (สมจินตนา และอิสระ, 2549) ไอโซฟลาโวน (isoflavones) เป็นสารฟลาโวนอยด์ชนิดหนึ่งที่มีโครงสร้างทางเคมีคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจนซึ่งพบได้ในพืชถั่ว (Dobbins *et al.*, 2002) ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นอาหารเสริม เพื่อช่วยในการยับยั้งการเกิดของเซลล์มะเร็ง (DeMan, 1990) ลดระดับคอเลสเตอรอล (Setchell and McLachlan *et al.*, 1985) ยับยั้งการเสื่อมของกระดูก และช่วยรักษาอาการของผู้ที่อยู่ในวัยหมดประจำเดือน (Dobbins *et al.*, 2002) คุณภาพผลิตผล เช่น ปริมาณแป้ง โปรตีน ไขมัน ความหนืด (viscosity) น้ำตาล สารพิษแมลง เชื้อโรค และอื่นๆ เป็นเรื่องสำคัญที่จะมีผลต่อการแข่งขันทางการตลาด และราคาของผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์ การผันแปรเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตผลและผลิตภัณฑ์เกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น คุณภาพก่อนการเก็บรักษา สภาพการเก็บรักษา ระยะเวลาในการเก็บรักษา ดังนั้นการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาจึงมีบทบาทสำคัญในการรักษาคุณภาพผลิตผล จนกระทั่งปัจจุบันจากการค้นหาข้อมูลงานวิจัย ยังไม่พบการทำวิจัยที่ศึกษาวิธีการเก็บรักษาเมล็ดที่เหมาะสม เพื่อลดการสูญเสียปริมาณสารไอโซฟลาโวนส์ของเมล็ดถั่วเขียว ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน สำหรับการเก็บรักษาที่เหมาะสมสำหรับเมล็ดถั่วเขียวเพื่อนำไปแปรรูปต่อไป

วิธีดำเนินการ

1. วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 3 ซ้ำ main plot คือ วิธีการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเขียว 12 กรรมวิธี sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเขียวเป็นเวลา 12 เดือน (Table 1)
2. การเก็บรักษา นำเมล็ดถั่วเขียวที่เก็บเกี่ยวใหม่ๆ ทั้ง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ชัชวาท 72 และพันธุ์กำแพงแสน 2 มาลดความชื้นให้เหลือ 10 และ 14% บรรจุในถุงกระสอบพลาสติกปริมาณ 1 กิโลกรัมต่อถุง นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ คือ อุณหภูมิห้อง 10 และ 15 องศาเซลเซียส
3. การวิเคราะห์ ทุกเดือนสุ่มนำเมล็ดถั่วเขียวมาวิเคราะห์หาปริมาณสารไอโซฟลาโวนส์ด้วย HPLC วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl Method และวิเคราะห์หาปริมาณอมิโลส
4. บันทึกข้อมูลปริมาณสารไอโซฟลาโวนส์ ปริมาณโปรตีน และ ปริมาณอมิโลส ทุกเดือนจนครบ 12 เดือน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และสรุปผลการทดลอง

Table 1 The treatments of mungbean grains with different moisture contents in various temperatures of storage for 12 months

Treatment* combination	Variety	grains moisture with storage temperature	
		grains moisture (%)	Temperature (°C)
V1M1T0	Chai Nat 72	10	Room temperature
V1M1T1	Chai Nat 72	10	10
V1M1T2	Chai Nat 72	10	15
V1M2T0	Chai Nat 72	14	Room temperature
V1M2T1	Chai Nat 72	14	10
V1M2T2	Chai Nat 72	14	15
V2M1T0	Kamphaeng Saen 2	10	Room temperature
V2M1T1	Kamphaeng Saen 2	10	10
V2M1T2	Kamphaeng Saen 2	10	15
V2M2T0	Kamphaeng Saen 2	14	Room temperature
V2M2T1	Kamphaeng Saen 2	14	10
V2M2T2	Kamphaeng Saen 2	14	15

* V1 = Chai Nat 72 V2 = Kamphaeng Saen 2 M1 = grains moisture 10% M2 = grains moisture 14% T0 = Room temperature T1=10°C T2=15°C

ผลการทดลองและวิจารณ์

ในถั่วเขียวทั้ง 2 สายพันธุ์มีสารไอโซฟลาโวนส์ 6 ชนิด คือ Daidzin Glycitin Genistin Daidzein Glycitein และ Genistein และมีปริมาณสาร Glycitin ในปริมาณสูงที่สุด รองลงมา คือ Daidzin พบว่าปริมาณสารไอโซฟลาโวนส์ทั้งหมดและเปอร์เซ็นต์โปรตีนมีแนวโน้มไปในแนวทางเดียวกันเมื่อเก็บรักษา คือ ทั้งกรรมวิธีและระยะเวลาการเก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กันและความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในช่วงเริ่มต้นและเก็บรักษาได้ 1 เดือนพบว่า ปริมาณสารไอโซฟลาโวนส์และเปอร์เซ็นต์โปรตีนในแต่ละกรรมวิธีไม่ต่างกันมากนัก แต่ในเดือนที่ 2 ปริมาณสารไอโซฟลาโวนส์และเปอร์เซ็นต์โปรตีนเพิ่มสูงขึ้นในทุกกรรมวิธี และพบว่า การเก็บรักษาเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 ที่ความชื้นเมล็ดเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีปริมาณไอโซฟลาโวนส์สูงที่สุด คือ 4.46 ไมโครกรัมต่อกรัม และเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่ความชื้นเมล็ดเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณไอโซฟลาโวนส์รองลงมา คือ 4.06 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ (Table 2) การเก็บรักษาเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่ความชื้นเมล็ดเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10

องศาเซลเซียส มีปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนมากที่สุด คือ 40.36 หลังจากนั้น ในเดือนที่ 3 เป็นต้นไป ปริมาณไอโซพลาโวนส์และปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ในทุกกรรมวิธี แต่ในเดือนที่ 7 ปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนเพิ่มขึ้นสูงอีกครั้งในทุกกรรมวิธีการเก็บรักษา โดยที่กรรมวิธีการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 ที่ความชื้นเมล็ดเริ่มต้น 14 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนมากที่สุด คือ 35.86 (Table 3) สอดคล้องกับฐันท์ (2548) พบว่า โปรตีนมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารไอโซพลาโวนส์ โดยสารไอโซพลาโวนส์และอนุพันธ์ของสารไอโซพลาโวนส์มีการต่ออยู่กับโปรตีน ทำให้เมื่อทำการแยกโปรตีนออก สารไอโซพลาโวนส์ที่อยู่ด้วยก็จะหลุดออกไปพร้อมกับโปรตีนทำให้เมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารไอโซพลาโวนส์แล้วได้ปริมาณที่ลดลง

ด้านเปอร์เซ็นต์อมิโลส พบว่า ทั้งกรรมวิธีและระยะเวลาการเก็บรักษาให้ผลต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในระยะเวลาการเก็บรักษา 1 – 6 เดือน ปริมาณเปอร์เซ็นต์อมิโลสมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในระหว่างกรรมวิธีการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาครบ 7 ปริมาณเปอร์เซ็นต์อมิโลสเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี เหมือนกับปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีน และเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 ที่ความชื้นเมล็ดเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถรักษาเปอร์เซ็นต์อมิโลสไว้ได้ดีที่สุด 23.05 (Table 4) และหลังจากนั้น จะมีปริมาณเปอร์เซ็นต์อมิโลสลดลงในทุกกรรมวิธี อาจเนื่องมาจากเมล็ดหลังจากที่เก็บเกี่ยวมาแล้วยังคงมีการเปลี่ยนแปลงภายในเมล็ดเกิดขึ้น สอดคล้องกับงามชื่น (2547) ที่พบว่า เมล็ดข้าวหลังการเก็บเกี่ยวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเวลา 3 - 4 เดือน หลังเก็บเกี่ยวเอนโดสเปิร์มจะแกร่งขึ้นทำให้คุณภาพการสีดีขึ้น การเปลี่ยนแปลงในเมล็ดข้าวจะเกิดขึ้นจากกระบวนการที่เกี่ยวข้อง 3 องค์ประกอบ คือ แป้ง ไขมัน และโปรตีน กรดไขมันอิสระที่ได้จากการย่อยของ enzyme เมื่อทำปฏิกิริยากับเม็ดแป้งโดยเฉพาะโมเลกุลของอมิโลสมีผลยับยั้งการขยายตัวของเม็ดแป้งในระหว่างการหุงต้ม และ Perdon (1997) พบว่า ข้าวเปลือกหรือข้าวสารที่มีอายุหลังการเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 4 เดือนขึ้นไป หลังการเก็บเกี่ยวองค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวที่สำคัญ ได้แก่ สตาร์ช โปรตีน และไขมัน เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ โดยกรดไขมันอิสระจากเอนไซม์ลิเพส (Lipase) ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของอมิโลส และออกซิเจนในอากาศ ทำให้อัตราการขยายตัวของเม็ดสตาร์ชระหว่างการหุงต้มลดลง และข้าวเกิดกลิ่นเหม็นหืนสำหรับโปรตีนเมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ได้สารที่มีส่วนประกอบของพันธะไดซัลไฟด์ (Disulfide: -SS-) ส่งผลให้การพองตัวของเม็ดสตาร์ชในระหว่างการหุงต้มลดลง ข้าวสุกจึงมีความเหนียวลดลง

สรุปผลการทดลอง

ในการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเขียวเพื่อรักษาปริมาณสารไอโซพลาโวนส์และเปอร์เซ็นต์โปรตีน ควรเก็บรักษาไว้ประมาณ 2 เดือน ก่อนนำไปแปรรูป โดยการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 ที่ความชื้นเมล็ดเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีปริมาณไอโซพลาโวนส์สูงสุด และการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่ความชื้นเมล็ดเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนมากที่สุด ถ้าต้องการปริมาณเปอร์เซ็นต์อมิโลสสูง ควรเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 7 เดือน ก่อนนำไป

แปรรูปโดยเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 ที่ความชื้นเมล็ดเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถรักษาเปอร์เซ็นต์มิโลสไว้ได้ดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

งามชื่น คงเสรี. 2547. คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ณัฐนันท์ วิเศษสุภมิตร และคณะ. 2548. การศึกษาปริมาณสาร Isoflavone ในกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง และการสกัดสาร Isoflavone ในกากถั่วเหลืองเพื่อนำไปใช้เป็นอาหารสุภาพ. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ ปีที่ 51 ฉบับที่ 1-3 ตุลาคม 2548 – กันยายน 2549.

สมจินตนา ทุมแสน และอิสระ พุทธิสิมมา. 2549. ถั่วเขียว. ระบบฐานข้อมูลงานวิจัยด้านพืชไรศุนยวิจัยพืชไรชอนแกน สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร.

อนุชิตา มุ่งงาม. 2555. แอนติออกซิแดนทีในธัญพืช. มหาสารคาม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 230 หน้า.

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.

Perdon, A.A., Marks, B.P., Siebenmorgen, T.J., and Reid, N.B. 1997. Effect of rough rice storage conditions on the amylograph and cooking properties of medium grain rice cv. Bengal. *Cereal Chemistry* 74: 864-867.

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

Table 2 Isoflavone of mungbean in grains storage treatments during 1 - 12 months storage.

Storage duration (Month)	V1M1T0	V1M1T1	V1M1T2	V1M2T0	V1M2T1	V1M2T2	V2M1T0	V2M1T1	V2M1T2	V2M2T0	V2M2T1	V2M2T2
0	2.43 b A	2.43 b A	2.43 b A	2.65 b A	2.65 b A	2.65 b A	2.55 b A	2.55 b A	2.55 b A	2.66 b A	2.66 b A	2.66 b A
1	2.45 b ABC	2.72 b A	2.29 b ABC	2.54 b ABC	2.41 b ABC	2.62 b AB	2.58 b ABC	2.33 b ABC	2.15 c C	2.44 b ABC	2.25 c BC	2.43 b ABC
2	3.51 a CDE	3.60 a CDE	4.46 a A	3.26 a E	3.33 a DE	3.52 a CDE	3.68 a BE	4.06 a B	3.81 a BC	3.67 a BE	3.75 a BCD	3.60 a CDE
3	1.53 c A	1.37 d A	1.41 c A	1.52 cd A	1.35 de A	1.37 d A	1.46 c A	1.34 cd A	1.26 de A	1.39 cd A	1.44 d A	1.21 cd A
4	1.34 cd A	0.95 ef AB	0.88 de B	1.35 d A	0.96 ef AB	0.97 d AB	1.11 c AB	1.06 d AB	1.21 de AB	1.30 cd AB	1.30 d AB	1.24 cd AB
5	0.99 de C	1.85 c AB	1.57 c AB	1.64 cd AB	1.86 c A	1.76 c AB	1.49 c AB	1.53 c AB	1.41 d AB	1.53 c AB	1.39 d B	1.46 c AB
6	0.98 de C	1.42 d ABC	1.41 c ABC	1.85 c A	1.62 cd AB	1.03 d C	1.38 c BC	1.35 cd BC	1.53 d AB	1.64 c AB	1.22 d BC	1.39 cd BC
7	1.37 cd A	1.16 de A	0.96 d A	1.27 d A	1.15 e A	1.26 d A	1.05 c A	0.97 d A	0.96 e A	1.07 de A	1.02 de A	1.02 d A
8	0.37 f BC	0.28 h BC	0.21 f C	0.18 f C	0.21 gh C	1.27 d A	1.23 c A	0.54 e BC	0.55 f BC	0.67 f B	0.55 f BC	0.38 e BC
9	0.97 de BC	0.75 efg CD	0.51 ef DE	1.51 cd A	0.43 gh DE	1.22 d AB	0.60 d CDE	0.46 e DE	0.18 fg E	0.22 g E	0.31 fg DF	0.53 e DF
10	0.903 e A	0.55 fgh ABC	0.54 def ABC	0.04 f D	0.20 gh CD	0.54 e ABC	0.39 d BCD	0.00 f D	0.00 g D	0.72 ef AB	0.67 ef AB	0.62 e ABC
11	0.62 ef AB	0.50 gh BE	0.65 de AB	0.15 f CE	0.11 h DEF	1.00 d A	0.52 d BCD	0.47 e BE	0.02 g F	0.08 g EF	0.02 g F	0.56 e BC
12	0.43 f BC	0.94 ef A	0.66 de AB	0.84 e AB	0.62 fg AB	0.58 e AB	0.48 d B	0.41 e BC	0.02 g C	0.01 g C	0.02 g C	0.38 e BC

CV(a) = 19.2% CV(b) = 17.6%

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

In a row, means followed by a capital letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

* V1 = Chai Nat 72 V2 = Kamphaeng Saen 2 M1 = grains moisture 10% M1 = grains moisture 14% T0 = Room temperature T1=10°C T2=15°C

Table 3 Protein (%) of mungbean in grains storage treatments during 1 - 12 months storage.

Storage duration (Month)	V1M1T0	V1M1T1	V1M1T2	V1M2T0	V1M2T1	V1M2T2	V2M1T0	V2M1T1	V2M1T2	V2M2T0	V2M2T1	V2M2T2
0	24.11 e AB	19.60 f D	21.90 f C	23.54 g AB	23.62 de AB	23.58 d AB	23.31 e B	23.83 d AB	23.60 de AB	24.39 e A	23.73 c AB	24.09 d AB
1	31.62 c AB	31.75 c A	31.31 c ABC	30.79 c ABC	30.69 c ABC	30.69 c ABC	30.71 c ABC	31.05 c ABC	30.73 c ABC	30.58 c BC	30.72 b ABC	30.53 c C
2	39.52 a AD	39.41 a AD	38.70 a CD	39.68 a ABC	38.56 a D	39.36 a AD	39.28 a BCD	40.36 a A	39.92 a AB	32.72 b E	32.69 a E	33.04 b E
3	18.08 gh AB	16.98 gh CD	17.08 h BCD	18.43 i A	17.31 h BCD	17.44 f BCD	17.90 g ABC	15.90 g E	17.16 g BCD	16.64 h DE	17.12 e BCD	16.85 g CDE
4	17.26 h A	17.64 g A	17.35 h A	17.62 ij A	17.21 h A	17.30 f A	17.69 g A	17.26 f A	17.62 g A	17.63 g A	17.50 e A	17.45 g A
5	26.33 d A	23.61 d C	23.60 de C	25.26 f B	22.40 f D	23.74 d C	23.93 de C	22.96 d CD	23.37 de CD	23.48 e C	22.91 c CD	23.24 de CD
6	26.59 d B	23.30 de C	22.83 e C	27.91 d A	23.21 ef C	23.21 d C	23.18 e C	23.30 d C	23.18 de C	23.47 e C	23.16 c C	23.13 e C
7	35.53 b A	33.91 b BCD	33.13 b CDE	35.86 b A	32.98 b DE	32.93 b DE	33.57 b BE	32.82 b E	33.62 b BE	34.28 a B	32.74 a E	34.04 a BC
8	15.26 i D	16.58 h BC	15.11 i D	15.51 k D	17.98 h A	18.00 f A	18.14 g A	15.68 g CD	16.93 g B	18.03 g A	15.45 f D	15.34 h D
9	18.24 g A	17.11 gh B	16.97 h B	17.15 j B	17.40 h AB	17.22 f AB	17.51 g AB	17.77 f AB	17.26 g AB	17.16 gh B	17.93 e AB	17.44 g AB
10	24.07 e BCD	23.28 de D	23.42 de CD	26.19 e A	23.26 ef D	23.04 d D	24.32 d BC	23.13 d D	23.08 e D	24.41 e B	23.15 c D	23.09 e D
11	24.14 e CD	24.22 d CD	23.97 d CDE	27.24 d A	24.24 d CD	23.53 d DE	24.60 d C	23.54 d DE	24.12 d CD	25.85 d B	23.41 c DF	23.04 e E
12	22.22 f A	22.60 e A	20.11 g CD	22.34 h A	20.45 g BC	19.17 e D	20.37 f BC	21.31 e B	20.42 f BC	20.95 f BC	19.98 d CD	19.17 f D

CV(a) = 2.4% CV(b) = 2.4%

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

In a row, means followed by a capital letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

* V1 = Chai Nat 72 V2 = Kamphaeng Saen 2 M1 = grains moisture 10% M1 = grains moisture 14% T0 = Room temperature T1=10°C T2=15°C

Table 4 Amylose (%) of mungbean in grains storage treatments during 1 - 12 months storage.

Storage duration (Month)	V1M1T0	V1M1T1	V1M1T2	V1M2T0	V1M2T1	V1M2T2	V2M1T0	V2M1T1	V2M1T2	V2M2T0	V2M2T1	V2M2T2
0	17.22e A	17.22 e A	17.22 ef A	17.37 de A	17.37 de A	17.37 de A	18.13 c A	18.13 ef A	18.13 c A	17.37 e A	17.37 cd A	17.37 fg A
1	17.72e A	18.20 de A	18.35 de A	15.46 fg C	18.47 d A	17.78 d A	18.05 c A	18.47 de A	17.45 c AB	16.26 ef BC	17.93 c A	18.70 def A
2	15.51 f AB	17.00 e A	16.32 f AB	16.00 ef AB	16.32 e AB	16.72 de AB	16.35 d AB	16.63 g AB	16.78 cd AB	15.20 fg B	16.32 de AB	16.43 gh AB
3	17.43e BCD	17.80 de AD	19.07 cd A	16.26 ef D	18.31 d AB	18.13 d ABC	16.98 cd BCD	17.52 efg AD	17.80 c AD	16.68 e CD	17.13 cd BCD	18.07 ef ABC
4	15.68f AB	15.24 f AB	16.25 f A	13.82 h C	16.48 e A	16.17 e A	16.12 d A	16.22 g A	15.70 d AB	14.39 g BC	15.65 e AB	15.91 h AB
5	15.14f DE	17.38 e ABC	18.23 de AB	14.16 gh E	15.96 e CD	17.05 de BC	16.34 d CD	16.91 fg BC	17.27 c ABC	17.30 e ABC	17.98 c AB	18.61 def A
6	19.72a-d BC	20.73 ab AB	21.21 b AB	19.05 bc C	19.98 c ABC	21.39 ab A	20.89 b AB	20.49 bc ABC	20.49 b ABC	20.49 abc ABC	20.17 b ABC	20.92 bc AB
7	20.80ab C	22.14 a ABC	23.05 a A	21.08 a BC	21.85 a ABC	22.11 a ABC	22.85 a A	22.73 a A	22.96 a A	21.77 a ABC	21.96 a ABC	22.51 a AB
8	21.11a AB	20.91 ab AB	20.97 b AB	19.98 ab B	21.43 abc AB	20.75 abc B	20.89 b AB	21.27 b AB	22.45 a A	21.05 ab AB	21.24 ab AB	21.35 ab AB
9	19.26cd BC	20.07 bc AB	20.63 b AB	18.51 cd C	20.36 abc AB	20.36 bc AB	20.31 b AB	20.39 bc AB	20.90 b A	19.96 bcd ABC	20.71 ab AB	19.77 cd ABC
10	19.55bcd DE	22.14 a A	20.39 bc BE	20.12 ab CDE	21.71 ab AB	21.09 abc AD	20.85 b AD	21.28 b ABC	21.09 b AD	18.93 d E	20.66 ab AD	21.25 ab ABC
11	20.55abc ABC	20.66 ab ABC	20.92 b AB	18.90 bc D	21.13 abcA	20.34 bc AD	20.97 b A	20.71 bc ABC	20.97 b A	19.37 cd BCD	20.32 b AD	19.35 de CD
12	18.52de DE	18.90 cd CDE	19.90 bc AD	18.20 cd E	20.25 bcABC	19.63 c AE	20.87 b A	19.68 cd AE	20.79 b AB	19.50 cd AE	20.49 ab AB	19.25 de BE

CV(a) = 4.1% CV(b) = 4.4%

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

In a row, means followed by a capital letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

* V1 = Chai Nat 72 V2 = Kamphaeng Saen 2 M1 = grains moisture 10% M1 = grains moisture 14% T0 = Room temperature T1=10°C T2=15°C