วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน): 20-28, 2567
Songklanakarin Journal of Plant Science, Vol. 11, No. 1 (January-June): 20-28, 2024
Research article-ISSN: 2351-0846

การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีทำให้แห้งและระยะเวลาการเก็บรักษาเพื่อควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อรา *Aspergillus flavus* และสารแอฟลาทอกซิน บี1 ในถั่วลิสง

Postharvest Management by Drying Method and Storage Period for Controlling the Contamination of *Aspergillus flavus* and Aflatoxin B1 in Peanuts

ศุภรา อัคคะสาระกุล[1*], เนตรา สมบูรณ์แก้ว[1], สุพี วนศิรากุล[1] และ มัทนา วานิชย์[2]
Suppara Aukkasarakul[1*], Nettra Somboonkaew[1], Su-phi Wanasirakul[1] and Mattana Wanitch[2]

[1]กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900
[1]Postharvest and Processing Research and Development Division, Department of Agriculture, Bangkok, 10900
[2]ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร จ. ขอนแก่น 40000
[2]Khonkaen Field Crops Research Center, Department of Agriculture, Khonkaen, 40000

** Corresponding author: suppara.au@gmail.com*

Received 27 January 2023; Revised 16 October 2023; Accepted 01 November 2023

บทคัดย่อ

ถั่วลิสงมักพบการปนเปื้อนเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และสารแอฟลาทอกซิน บี1 (AFB1) ซึ่งมีความเป็นพิษที่ก่อให้เกิดมะเร็งตับ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการหาวิธีการตากถั่วลิสงที่เหมาะสมเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* และสาร AFB1 โดยทดสอบการตาก 3 วิธี คือ 1) ปลิดฝักถั่วลิสงทันที คัดเมล็ดดี และตากบนแผ่นรองไม่สัมผัสพื้นดิน 7 วัน 2) มัดลำต้นถั่วลิสงเข้าด้วยกันให้ส่วนฝักอยู่ด้านบน ตาก 1 วัน ปลิดฝัก คัดเมล็ดดี และตากบนลานปูนต่ออีก 6 วัน 3) ปลิดฝักถั่วลิสง และตากบนลานปูน 7 วัน พบว่า ถั่วลิสงมีความชื้นเมล็ดต่ำกว่า 9% มีการปนเปื้อน *A. flavus* และ AFB1 ไม่แตกต่างกัน และพบปริมาณ AFB1 ต่ำกว่าข้อกำหนดปริมาณแอฟลาทอกซิน (20 µg/kg) เมื่อนำถั่วลิสงทั้ง 3 วิธี มาทดสอบเก็บรักษาที่อุณหภูมิโดยรอบ นาน 6 เดือน และสุ่มมาทดสอบทุก 2 เดือน พบว่าวิธีการตากร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการปนเปื้อน AFB1 เช่นเดียวกับปริมาณโปรตีน และไขมันในเมล็ด โดยทุกวิธีพบ AFB1 ไม่เกินข้อกำหนด ซึ่งหลังเก็บรักษานาน 6 เดือน การตากวิธีที่ 2 ถั่วลิสงพบปนเปื้อน AFB1 น้อยสุด เฉลี่ย 3.2 µg/kg รองลงมาคือ วิธีที่ 1 และ 3 พบ 4.8 และ 5.3 µg/kg ตามลำดับ และถั่วลิสงมีโปรตีนเฉลี่ย 25.4% และไขมันเฉลี่ย 41.5% ซึ่งลดลง
คำสำคัญ: การปนเปื้อน, โปรตีน, ไขมัน

Abstract

Peanuts are often found as contaminants *Aspergillus* fungi and aflatoxin B1 (AFB1), which cause liver cancer. Thus, this study aimed to determine the appropriate method for drying peanut to minimize the contamination of *A. flavus* and AFB1 in peanut. Three treatments were tested *viz.* 1) Pods (immediately striped from the peg) were sorted for quality before being dried on clean pallet for 7 days, 2) Bundles of peanut stem was turned up (pods on top) and dried at field for 1 day. Then, pods were removed from the peg and dried on cement ground for 6 days, and 3) Pods were dried on cement ground for 7 days. The moisture contents were below 9%, whilst contamination of *A. flavus* and AFB1 from all three methods were not significantly different. AFB1 were less than maximum level of aflatoxin (20 µg/kg). After that, dry peanuts were stored at ambient temperature for 6 months and determined for the contents of AFB1, protein and fat 2 months interval. There was no significantly different in amount of AFB1 as well as protein and fat between peanut from three drying methods. All testing treatments found that the AFB1 contamination did not exceed the requirements for peanut kernels. In addition, after storage for 6 months the peanuts from drying method no.2 were detected AFB1 with the least level 3.2 µg/kg, followed by method no.1 and no.3 with the levels 4.8 and 5.3 µg/kg, respectively. Moreover, the protein were found at the levels of 25.4% and fat contents 41.5%, which were decreased.
Keywords: Contamination, Protein, Fat

Online open access e-journal : https://www.sjplantscience.com/index.php/ojs/index
Published by Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. *All rights reserved.*
For Permissions, please e-mail: sjps.psu@gmail.com

บทนำ

ถั่วลิสงเป็นพืชที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทย สามารถปลูกได้ในทุกภาคของประเทศ การปลูกถั่วลิสงในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ การปลูกในฤดูฝน และฤดูแล้ง มีเกษตรกรที่ปลูกถั่วลิสงกว่า 76,662 ครัวเรือน ปี 2559/60 ถั่วลิสงมีพื้นที่ปลูก 123,909 ไร่ ผลผลิตรวม 33,379 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 269 กิโลกรัมต่อไร่ (Office of Agricultural Research and Development Region 3, 2017) ประเทศไทยมีความต้องการผลผลิตถั่วลิสงจำนวนมาก ทั้งเพื่อการบริโภคและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งในปี 2562 ประเทศไทยมีปริมาณการบริโภคถั่วลิสง 1126,178 ตัน มีผลผลิตรวมในประเทศ 31,097 ตัน และมีปริมาณการนำเข้าถั่วลิสงสูงถึง 64,494 ตัน (Department of Agricultural Extension, 2023) จากข้อมูลปริมาณผลผลิตที่ผ่านมาพบว่าการผลิตถั่วลิสงของประเทศไทยไม่เพียงพอต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ปัจจุบันประเทศไทยพึ่งพาการนำเข้าถั่วลิสงจากหลายประเทศ เช่น จีน อินเดีย พม่า ลาว และกัมพูชา ซึ่งหากประเทศเหล่านี้ประสบปัญหาไม่สามารถส่งผลผลิตถั่วลิสงที่มีคุณภาพให้ไทยได้ในอนาคต อาจก่อให้เกิดความขาดแคลนต่อภาคอุตสาหกรรมของไทย (Agricultural Research Development Agency, 2016) เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยมีการกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 4702-2557 เรื่องเมล็ดถั่วลิสง: ข้อกำหนดปริมาณอะฟลาทอกซิน เป็นมาตรฐานบังคับ โดยกำหนดให้มีการควบคุมปริมาณสารพิษจากเชื้อราอะฟลาทอกซินทั้งหมดในถั่วลิสงต้องไม่เกิน 20 µg/kg (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2014) ทั้งนี้ผู้นำเข้าต้องมีการควบคุมการผลิตเพื่อให้ได้ถั่วลิสงที่มีคุณภาพมาตรฐานตามที่กำหนด

แอฟลาทอกซิน เป็นสารพิษจากเชื้อราซึ่งถูกสร้างขึ้นโดยเชื้อราหลายชนิด แต่เชื้อราชนิดที่มีความสำคัญ คือ *Aspergillus flavus* ซึ่งสร้างสารแอฟลาทอกซิน บี1 ที่มีความเป็นพิษสูง เมื่อผู้บริโภคได้รับสารแอฟลาทอกซิน บี1 เข้าสู่ร่างกายสารพิษจะถูกดูดซึมและสะสมอยู่บริเวณตับ จากนั้นจะถูกเปลี่ยนโครงสร้างให้กลายเป็น B1 8, 9-epoxide ซึ่งมีความสามารถสูงในการจับตัวเข้ากับโปรตีน ดีเอ็นเอ และอาร์เอ็นเอ รวมองค์ประกอบของเซลล์ตับ กลายเป็น adduct ขององค์ประกอบนั้น ๆ การเข้าเกาะติดกับองค์ประกอบของเซลล์ตับและไต เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เนื้อเยื่อตับถูกทำลาย เส้นเลือดในตับอุดตัน และท่อน้ำดีบวม ซึ่งรวมถึงการก่อให้เกิดเซลล์มะเร็งในเซลล์ตับ (Wongkaew and Jogloy, 2011) เชื้อรา *A. flavus* พบได้ทั่วไปในดิน โดยถั่วลิสงเป็นพืชที่มีการเจริญของฝักในดิน ทำให้โอกาสที่จะพบการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชและการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* ที่อยู่ในดินสูงเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น ๆ ซึ่งมีโอกาสที่จะก่อให้เกิดการสูญเสียผลผลิตและพบการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราได้ง่าย จึงควรดูแลไม่ให้เกิดการเข้าทำลายของศัตรูพืชและเกิดการกระทบแล้งในช่วงที่มีการพัฒนาฝัก นอกจากนี้การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสมเป็นอีกหนึ่งขั้นตอนที่เป็นปัญหาที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* และสารแอฟลาทอกซิน ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็ง ทำให้ในขั้นตอนการผลิตถั่วลิสงเมล็ดแห้งต้องมีการคำนึงถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น ทั้งวิธีการตากเพื่อลดความชื้นในเมล็ด รวมทั้งระยะเวลาในการเก็บรักษาผลผลิต เนื่องจากการตากเป็นขั้นตอนที่สำคัญ หากตากบนพื้นดินจะมีโอกาสพบการปนเปื้อนของเชื้อราในเมล็ดได้ง่าย อีกทั้งจำเป็นจะต้องลดความชื้นของเมล็ดลงให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อลดโอกาสที่เชื้อราจะเข้าทำลายและสร้างสารพิษได้ง่าย รวมทั้งการเก็บรักษาเมล็ดถั่วลิสงเป็นเวลานานก่อนนำไปจำหน่ายหรือแปรรูป อาจทำให้คุณภาพของถั่วลิสงลดลง

ดังนั้นการศึกษาวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวโดยการควบคุมการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* และสารแอฟลาทอกซิน บี1 โดยวิธีการตากและระยะเวลาการเก็บรักษาก่อนการกะเทาะเปลือกถั่วลิสง เพื่อให้ได้ข้อมูลวิธีการที่เหมาะสมในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวถั่วลิสงและได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยมีวิธีการตากที่ง่ายและปลอดภัยต่อการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* และการสร้างสารแอฟลาทอกซินในเมล็ด รวมทั้งได้ข้อมูลคุณภาพเมล็ดในแต่ละช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา เพื่อให้เมล็ดถั่วลิสงยังคงคุณภาพดี

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

1. สำรวจแปลงปลูกถั่วลิสงสำหรับทดสอบวิธีการตาก

คัดเลือกพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมจำนวน 1 แหล่งปลูก เพื่อใช้ในการทดสอบกรรมวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

2. เปรียบเทียบวิธีการตากเพื่อลดความชื้นหลังการเก็บเกี่ยว

วางแผนการทดลองแบบ RCB มีแถวแปลงปลูกเป็นบล็อค แบ่งเป็น 3 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ปลิดฝักถั่วลิสงทันทีโดยใช้เครื่องปลิด คัดเมล็ดดีด้วยมือ และตากบนตาข่ายมุ้งไนลอนที่วางบนแผ่นรองไม่ให้ถั่วลิสงสัมผัสพื้นดิน พลิกกลับกองวันละ 2 ครั้ง ตาก 7 วัน

กรรมวิธีที่ 2 การตากทั้งต้นโดยการมัดลำต้นเข้าด้วยกันให้ส่วนฝักอยู่ด้านบน ตาก 1 วัน ปลิดฝัก คัดเมล็ดดี และตากบนลานปูนต่ออีก 6 วัน

กรรมวิธีที่ 3 ปลิดฝักถั่วลิสงด้วยมือ และตากบนตาข่ายมุ้งไนลอนบนลานปูน 7 วัน

2.1 วัดเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดในทุกกรรมวิธีด้วยเครื่องวัดความชื้นเมล็ด หลังจากที่ผ่านขั้นตอนการตากลดความชื้นแล้ว

2.2 ตรวจการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* โดยการนำถั่วลิสงในทุกกรรมวิธีมากะเทาะเปลือก และสุ่มตัวอย่างแต่ละกรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ รวม 180 เมล็ด วางเมล็ดถั่วลิสงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อรา Dichloran Glycerol (DG 18) จานละ 5 เมล็ด บ่มทิ้งไว้ 5-7 วัน และบันทึกข้อมูลการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* และเชื้อราที่สร้างสารพิษชนิดอื่น ๆ

2.3 ตรวจวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนสารแอฟลาทอกซิน บี 1 (AFB1)ในทุกกรรมวิธี โดยสุ่มตัวอย่างเมล็ดในแต่ละกรรมวิธี กรรมวิธีละ 500 กรัม มาวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนสาร AFB1 โดยวิธี Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) ด้วยชุดตรวจสอบสารแอฟลาทอกซินสำเร็จรูปของกรมวิชาการเกษตร (DOA-Aflatoxin ELISA Test Kit) ตามวิธีการในคู่มือ

3. ทดสอบระยะเวลาการเก็บรักษาก่อนการกะเทาะเปลือก

วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 4 ซ้ำ แบ่งเป็น 2 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยหลัก คือ กรรมวิธีการตากเพื่อลดความชื้น 3 กรรมวิธี จากวิธีการข้อที่ 2

ปัจจัยรอง คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาถั่วลิสงก่อนการกะเทาะเปลือก 4 ระยะ คือ 0, 2, 4 และ 6 เดือน

นำถั่วลิสงทั้งฝักที่ผ่านขั้นตอนการตากในแต่ละกรรมวิธีบรรจุในกระสอบพลาสติก กระสอบละ 5 กิโลกรัม เก็บรักษาบนชั้นวางในโรงเก็บของเกษตรกรที่เป็นระบบเปิดมีอากาศถ่ายเท เป็นระยะเวลา 0, 2, 4 และ 6 เดือน หลังจากนั้นทุก 2 เดือน สุ่มตัวอย่างถั่วลิสงแต่ละกรรมวิธี กรรมวิธีละ 500 กรัม มากะเทาะเปลือก และตรวจสอบคุณภาพเมล็ดในทุกกรรมวิธีดังนี้

3.1 วัดเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ด

3.2 ตรวจการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* และเชื้อราที่สร้างสารพิษชนิดอื่น ๆ

3.3 ตรวจวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนสาร AFB1

3.4 นำเมล็ดถั่วลิสงแต่ละกรรมวิธีมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Protein) ด้วยเครื่องวิเคราะห์โปรตีน Nitrogen Combustion (Nitrogen CN-628) และวิเคราะห์ไขมัน (Crude Fat) ด้วยเครื่องสกัดไขมัน Soxtec^{TM} 8000

ผลและวิจารณ์

1. คัดเลือกแปลงปลูกถั่วลิสง

จากการสำรวจได้คัดเลือกพื้นที่ปลูกถั่วลิสง ใน อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น จำนวน 1 แปลง ทดสอบในเดือนมีนาคม 2562 โดยเลือกพันธุ์ขอนแก่น 5 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดโตเหมาะสำหรับนำไปทำเป็นถั่วลิสงเมล็ดแห้ง มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 100-110 วัน เพื่อให้เมล็ดแก่เต็มที่เปลือกฝักด้านในเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำ 60-80%

2. เปรียบเทียบวิธีการตากเพื่อลดความชื้นหลังการเก็บเกี่ยว

นำถั่วลิสงมาทดสอบกรรมวิธีการตากแบบต่าง ๆ ซึ่งในช่วงทำการทดลองกลางวันสภาพอากาศมีอุณหภูมิสูงถึง 35-40 องศาเซลเซียส กลางคืนมีอุณหภูมิลดลงอยู่ที่ 24-26 องศาเซลเซียส และมีฝนตกในพื้นที่ช่วงกลางคืนด้วย โดยกรรมวิธีที่ 1 ถอนต้นถั่วลิสงและปลิดฝักโดยใช้เครื่องปลิด นำมาคัดฝักดี และตากบนตาข่ายมุ้งไนลอนที่วางบนแผ่นรองไม่ให้ถั่วลิสงสัมผัสพื้นดิน พลิกกลับกองวันละ 2 ครั้ง ตาก 7 วัน (Figure 1) กรรมวิธีที่ 2 การตากทั้งต้นโดยการมัดลำต้นเข้าด้วยกันให้ส่วนฝักอยู่ด้านบน ตาก 1 วัน ปลิดฝัก คัดฝักดี และตากบนลานปูนต่ออีก 6 วัน (Figure 2) และกรรมวิธีที่ 3 ปลิดฝักถั่วลิสงด้วยมือ และตากบนตาข่ายมุ้งไนลอนบนลานปูน 7 วัน (Figure 3)

Figure 1 Drying method no.1; Pods (immediately striped from the peg using peanut pod stripper) were sorted for quality before being dried on clean pallet for 7 days.

Figure 2 Drying method no.2; Bundles of peanut stem was turned up (pods on top) and dried at field for 1 day. Then, pods were removed from the peg, sorted, and dried on cement ground for 6 days.

Figure 3 Drying method no.3; Pods (without peg) were dried on cement ground for 7 days.

การวัดความชื้นในเมล็ดหลังการเก็บเกี่ยวพบว่า ถั่วลิสงที่เก็บเกี่ยวจากแปลงมีความชื้นในเมล็ดสูงกว่า 30% เมื่อผ่านการตากตามกรรมวิธีต่างๆ กรรมวิธีที่ 2 ถั่วลิสงมีความชื้นในเมล็ดต่ำสุดเฉลี่ย 6.3% รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 และ กรรมวิธีที่ 1 มีความชื้นในเมล็ดเฉลี่ย 6.6 และ 6.9% ตามลำดับ National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards (2010) ได้ออกมาตรฐานสินค้าเกษตร การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับถั่วลิสง โดยมีคำแนะนำให้ฝักถั่วลิสงที่ผานการตากทั้งต้นกอนปลิดฝัก ใหตากจนมีความชื้นของเมล็ดไมเกิน 12% ภายใน 2 วัน และไมเกิน 9% ภายใน 5 วัน สำหรับฝกถั่วลิสงที่ปลิดเป็นถั่วลิสงสดทั้งเปลือกทันทีหลังถอน ใหตากจนมีความชื้นของเมล็ดไมเกิน 12% ภายใน 4 วัน และไมเกิน 9% ภายใน 7 วัน

ผลการปนเปื้อนเชื้อราในถั่วลิสงหลังการตาก พบว่า ตัวอย่างถั่วลิสงจากกรรมวิธีที่ 1 และ 3 มีการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* เฉลี่ย 6.7% ส่วนกรรมวิธีที่ 2 ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* แต่พบการปนเปื้อนเชื้อรา *Fusarium* spp. และ *Penicillium* spp. เฉลี่ย 1.3% นอกจากนี้ตัวอย่างถั่วลิสงทั้ง 3 กรรมวิธีพบการปนเปื้อนเชื้อรา *A. niger* มากที่สุด โดยกรรมวิธีที่ 3 พบการปนเปื้อนเฉลี่ย 90.7% รองลงมาคือ ถั่วลิสงจากกรรมวิธีที่ 1 และ 2 พบการปนเปื้อน 81.3 และ 74.7% ตามลำดับ (Figure 4, Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Embaby and Abdel-Gale (2014) ศึกษาเชื้อรากลุ่มที่พบปนเปื้อนในถั่วลิสง จากการทดสอบเชื้อราที่พบบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) พบเชื้อรา 4 กลุ่ม ได้แก่ *Aspergillus, Fusarium, Penicillium* และ *Rhizopus* โดยเชื้อรากลุ่มที่พบปนเปื้อนมากที่สุด คือ กลุ่ม *Aspergillus* ซึ่งแยกเป็น *A. niger* (40.71%) *A. parasiticus* (34.29%) *A. flavus* (5.58%) และ *A. terreus* (0.43%) นอกจากนี้พบเชื้อรากลุ่ม *Penicillium* (8.14%) *Rhizopus* (6.85%) ในขณะที่พบ *Fusarium oxysporum* น้อย

จากการทดสอบกรรมวิธีการตาก พบว่า ทั้ง 3 กรรมวิธีมีปริมาณการปนเปื้อนสาร AFB1 ไม่แตกต่างกัน โดยกรรมวิธีที่ 2 (การตากทั้งต้นโดยการมัดลำต้นเข้าด้วยกันให้ส่วนฝักอยู่ด้านบน ตาก 1 วัน ปลิดฝักและตากบนลานปูนต่ออีก 6 วัน) พบการปนเปื้อนสาร AFB1 น้อยสุด เฉลี่ย 3.2 μg/kg รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 (ปลิดฝักและตากบนตาข่ายมุ้งไนลอนที่วางบนแผ่นรองไม่ให้ถั่วลิสงสัมผัสพื้นดิน พลิกกลับกองวันละ 2 ครั้ง ตาก 7 วัน) และกรรมวิธีที่ 3 (ปลิดฝักถั่วลิสง และตากบนตาข่ายมุ้งไนลอนบนลานปูน 7 วัน) โดยพบการปนเปื้อน เฉลี่ย 4.7 และ 4.8 μg/kg ตามลำดับ (Table 2) เนื่องจากในกระบวนการตากแห้งทั้ง 3 วิธี เมล็ดไม่มีการสัมผัสพื้นดินโดยตรง ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* น้อย มีความชื้นในเมล็ดต่ำกว่า 9% และพบการปนเปื้อนสาร AFB1 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด Department of Agriculture (2009) ให้คำแนะนำการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวในขั้นตอนการตากถั่วลิสง แนะนำให้ตากบนตะแกรงตาข่าย แคร่ หรือผ้าใบ หลีกเลี่ยงไม่ให้ฝักสัมผัสพื้นดิน กองถั่วมีความหนาไม่เกิน 5 เซนติเมตร พลิกกลับกองถั่ววันละ 2-3 ครั้ง เพื่อให้ฝักแห้งสม่ำเสมอทั่วทั้งกอง ในช่วงที่แดดจัด ใช้เวลาตากประมาณ 3-5 วัน ทำให้ความชื้นลดลงต่ำกว่า 9% เป็นการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนสารแอฟลาทอกซิน ซึ่งเกิดจากการปนเปื้อนเชื้อราในเมล็ดถั่วลิสง

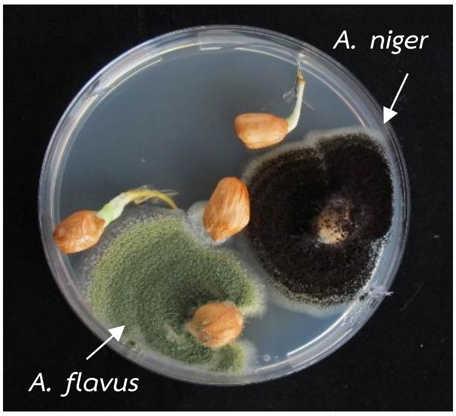

Figure 4 The contamination of *Aspergillus flavus* and *A. niger* in peanuts by direct plate count method.

Table 1 Percentage of *Aspergillus flavus* and other mycotoxins producing fungi contamination in peanuts after treated with different drying methods

Treatment (drying method)	Fungi contamination (%)			
	A. flavus	*A. niger*	*Fusarium* sp.	*Penicillium* sp.
T1 Pods (immediately striped from the peg) before being dried on clean pallet	6.7	81.3	-	2.6
T2 Bundles of peanut stem was turned up, dried for 1 day, removed from the peg and dried on cement ground	-	74.7	1.3	1.3
T3 Pods (without peg) were dried on cement ground	6.7	90.7	-	-

Table 2 Aflatoxin B1 (AFB1) contamination in peanuts after treated with different drying methods

Treatment	Mean of AFB1 (μg/kg)
T1 Pods (immediately striped from the peg) before being dried on clean pallet for 7 days	4.7
T2 Bundles of peanut stem was turned up, dried for 1 day, removed from the peg and dried on cement ground for 6 days	3.2
T3 Pods (without peg) were dried on cement ground for 7 days	4.8
Mean	4.2

3. ทดสอบระยะเวลาการเก็บรักษาก่อนการกะเทาะเปลือก

เมล็ดที่ผ่านการตากตามกรรมวิธีต่าง ๆ บรรจุในกระสอบพลาสติกนำมาเก็บรักษาเก็บบนชั้นวางในโรงเก็บของเกษตรกร เป็นระยะเวลา 0, 2, 4 และ 6 เดือน เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* สาร AFB1 รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน และไขมันในเมล็ดถั่วลิสง

การทดสอบการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* ในเมล็ดถั่วลิสงในระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า ก่อนการเก็บรักษา (เดือน 0) ทั้ง 3 กรรมวิธี พบการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* เฉลี่ย 1.7-5.0% หลังการเก็บรักษา 2 เดือน กรรมวิธีที่ 3 พบการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* และ *A. niger* 1.7 และ 6.7% ตามลำดับ แต่กรรมวิธีที่ 1 และ 2 ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อรากลุ่มที่สร้างสารพิษ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือน ถั่วลิสงทั้ง 3 กรรมวิธีไม่พบการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* แต่พบการปนเปื้อนเชื้อรา *A. niger* 6.7-16.7% และกรรมวิธีที่ 3 ยังพบการปนเปื้อนเชื้อรา *Penicillium* sp. และ *Fusarium* sp. 5.0 และ 3.3% ตามลำดับ หลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน มีเพียงกรรมวิธีที่ 3 พบการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* 1.7% และทั้ง 3 กรรมวิธี พบการปนเปื้อนเชื้อรา *A. niger* 20.0-43.3% และ *Penicillium* sp. 3.3-48.3% นอกจากนี้ในเดือนที่ 6 ของการเก็บรักษายังพบการปนเปื้อนเชื้อรา *Eurotium* sp. 3.3-21.7% ซึ่งเป็นระยะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* ที่มักพบในกลุ่มอาหารแห้งชนิดต่าง ๆ (Table 3) ซึ่งการพบเชื้อรา *A. niger* สูงกว่าเชื้อราชนิดอื่น ๆ เนื่องจากเป็นเชื้อราที่เจริญได้ดีทั้งในสภาพอากาศค่อนข้างเย็นและร้อนชื้น อีกทั้งเป็นเชื้อราที่พบปนเปื้อนได้ทั้งในดินและผลิตผลเกษตรหลายชนิด และจากรายงานของ Souza *et al*. (2014) ประเมินการปนเปื้อนเชื้อราในถั่วลิสงในระยะก่อนเก็บเกี่ยวและระยะการเก็บรักษา พบว่า เชื้อราที่พบส่วนใหญ่ คือ *Fusarium* spp., *Macrophomina* spp., *Trichoderma* spp., *Aspergillus* spp. และ *Cladosporium* spp. โดยมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อราเฉลี่ยในระยะสุกแก่ 39.8, 17.9, 8.2, 2.7 และ 1.7% ตามลำดับ และระยะการเก็บรักษา มีการปนเปื้อนเชื้อรา 49.8, 27.8, 12.5, 8.8 และ 1.0% ตามลำดับ

ทดสอบวิธีการตากและระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่า กรรมวิธีการตากร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการปนเปื้อนสาร AFB1 ปริมาณโปรตีน และไขมัน โดยทุกกรรมวิธีที่ทำการทดสอบพบการปนเปื้อนสาร AFB1 ไม่เกินข้อกำหนดปริมาณแอฟลาทอกซินสำหรับเมล็ดถั่วลิสง (20 μg/kg) ซึ่งการตากกรรมวิธีที่ 2 ถั่วลิสงมีการปนเปื้อนสาร AFB1 น้อยสุด เฉลี่ย 3.2 μg/kg รองลงมาคือ ถั่วลิสงจากกรรมวิธีที่ 1 และ 3 พบปนเปื้อน 4.8 และ 5.3 μg/kg ตามลำดับ (Table 4) N'dede และคณะ (2012) ได้สรุปความเสี่ยงทางเศรษฐกิจของการปนเปื้อนสารแอฟลาทอกซินในถั่วลิสงว่า การปนเปื้อนสารแอฟลาทอกซินในถั่วลิสงมีผลมาจากการทำให้แห้ง การคัดแยกเมล็ด และการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามราคาในการซื้อขาย และค่าใช้จ่ายการเก็บรักษา มีผลต่อรายได้ เว้นแต่รัฐบาลมีแรงจูงใจด้านราคาให้ผู้ผลิตยอมรับขั้นตอนการลดการปนเปื้อนสารแอฟลาทอกซิน เพื่อการผลิตถั่วลิสงที่มีคุณภาพ Kaaya และ Kyamuhangire (2006) กล่าวว่า ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่มีผลต่อการปนเปื้อนสารพิษแอฟลาทอกซิน คือ ขั้นตอนการเก็บรักษา เมล็ดที่ถูกเข้าทำลายโดยเชื้อรากลุ่มที่สร้างสารพิษได้จากในแปลงปลูก จะสร้างสารพิษได้อย่างรวดเร็วหากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งในการเก็บรักษาเมล็ดควรเก็บในโรงเก็บที่สะอาด อุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ รวมทั้งมีการถ่ายเทอากาศได้ดี

เปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดในแต่ละกรรมวิธีการตากไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นความแตกต่างกัน ซึ่งในช่วงแรกก่อนการเก็บรักษา (เดือน 0) เมล็ดมีความชื้นต่ำเฉลี่ย 6.5% มีความชื้นสูงขึ้นในช่วงเดือนที่ 2, 4 และ 6 ซึ่งเดือน 4 ของการเก็บรักษา ทั้ง 3 กรรมวิธีการตากมีความชื้นเมล็ดเฉลี่ย 7.8% เนื่องจากเป็นช่วงเดือนสิงหาคมในพื้นที่มีฝนตกมาก สถานที่เก็บรักษาเป็นชั้นวางของเปิดโล่ง ไม่สามารถควบคุมสภาพอากาศได้ แต่อย่างไรก็ตามในทุกกรรมวิธีทดลองมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดต่ำกว่ามาตรฐานถั่วลิสงเมล็ดแห้งกำหนด (9%) (Table 5) Seangsai (2000) ศึกษาอิทธิพลของความชื้นเมล็ดเริ่มต้น วิธีการเก็บรักษา และขนาดของเมล็ดต่อคุณภาพการเก็บรักษา โดยลดความชื้นถั่วลิสงทั้งฝักลงให้เหลือประมาณ 8 และ 12% บรรจุในกระสอบปุ๋ยและกระสอบป่าน เก็บรักษานาน 5 เดือน หาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นเมล็ดกับปริมาณสารแอฟลาทอกซิน พบว่าความชื้นของเมล็ดมีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนสารแอฟลาทอกซินเมื่อเก็บรักษาเมล็ดในกระสอบปุ๋ย โดยมีค่าสหสัมพันธ์เป็น -0.81 ซึ่งความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดถั่วลิสง วิธีการเก็บรักษา และขนาดเมล็ด มีผลต่อความชื้นเมล็ดขณะเก็บรักษาและความงอกของเมล็ด ขณะที่วิธีการเก็บรักษาเท่านั้นที่มีผลต่อการปนเปื้อนของสารแอฟลาทอกซินในเมล็ด ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อการรักษาคุณภาพของถั่วลิสง คือ การลดความชื้น วิธีการเก็บรักษา และการคัดขนาดเมล็ดที่เหมาะสม Wongkaew และ Jogloy (2011) แนะนำว่า การนำถั่วลิสงไปใช้ในรูปของถั่วเมล็ดแห้ง จำเป็นต้องมีวิธีการลดความชื้นของเมล็ดให้ลดต่ำจาก 30% จนถึง 12% ภายในระยะเวลาไม่เกิน 3 วัน จึงจะปลอดภัยจากการปนเปื้อนของสารแอฟลาทอกซิน เนื่องจากช่วงที่เมล็ดมีความชื้น 12-30% เหมาะแก่การเจริญและการสร้างแอฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* และ *A. parasiticus* มากที่สุด Okello และคณะ (2010) รายงานว่า ความชื้นสำหรับการเก็บรักษาเมล็ดถั่วลิสงที่ไม่ได้กะเทาะเปลือกอยู่ที่ 9% เมล็ดที่กะเทาะเปลือกแล้ว 7% ซึ่งที่ความชื้นเมล็ดระดับนี้ ถ้ามีความชื้นสัมพัทธ์ 70% และอุณหภูมิ 25-27 องศาเซลเซียส เป็นสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาเมล็ดได้ประมาณ 1 ปี

นอกจากนี้นำเมล็ดถั่วลิสงมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน และไขมัน พบว่า เมล็ดถั่วลิสงจากการตาก ตามกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ย 25.9, 25.7 และ 25.5% ตามลำดับ และปริมาณโปรตีนในแต่ละช่วงระยะเวลาการเก็บรักษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในช่วง 0-2 เดือน ถั่วลิสงมีโปรตีนสูงเฉลี่ย 25.9-26.0% และลดลงในช่วงการเก็บรักษา 4-6 เดือน ซึ่งในเดือนสุดท้ายของการเก็บรักษาถั่วลิสงมีโปรตีนต่ำสุดเฉลี่ย 25.4% (Table 6) ในการวิเคราะห์ปริมาณไขมันพบว่า ในแต่ละช่วงเวลาการเก็บรักษาปริมาณไขมันในเมล็ดมีความแตกต่างกัน โดยช่วง 0-4 เดือน ถั่วลิสงมีปริมาณไขมันเฉลี่ย 43.9-44.5% และในเดือนสุดท้ายของการเก็บรักษาถั่วลิสงมีปริมาณไขมันลดลงต่ำสุดเฉลี่ย 41.5% (Table 7) Muang Pan Agriculture Office (2023) รายงานคุณค่าทางโภชนาการว่า ถั่วลิสงเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งของอาหารประเภทโปรตีนและพลังงาน เพราะมีโปรตีนประมาณร้อยละ 25-30 ไขมัน ร้อยละ 45-50 และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 20 โปรตีนในถั่วลิสงมีปริมาณเทียบเท่ากับถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วดำ แต่ต่ำกว่าถั่วเหลือง และมีกรดอะมิโน ไลซีน ทรีโอนีน และเมไทโอนีน ซึ่งจำเป็นต่อร่างกาย

Table 3 Percentage of *A. flavus* and other mycotoxins producing fungi contamination In dried peanuts after treated with different drying methods and storage for 0, 2, 4 and 6 months

Treatment		Fungi contamination (%)				
Drying method no.	Storage time (month)	*A. flavus*	*A. niger*	*Fusarium* sp.	*Penicillium* sp.	*Eurotium* sp.
1	0	3.3	-	1.7	3.3	-
	2	-	-	-	-	-
	4	-	6.7	-	-	-
	6	-	20.0	-	3.3	3.3
2	0	5.0	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-
	4	-	1.7	-	-	-
	6	-	26.7	-	41.7	21.7
3	0	1.7	6.7	1.7	13.3	-
	2	1.7	6.7	-	-	-
	4	-	16.7	3.3	5.0	-
	6	1.7	43.3	-	48.3	21.7

Table 4 Aflatoxin B1 contamination (µg/kg) in peanuts after treated with different drying methods and storage time

Storage time (month)	Drying method			Mean of AFB1 (µg/kg)
	Dried on pellet	Bundles of peanuts were dried, strip from the peg and dried on cement ground	Dried on cement ground	
0	4.2	2.6	4.1	3.6 b
2	7.0	4.4	8.5	6.7 d
4	2.7	2.1	3.0	2.6 a
6	5.5	3.8	5.5	4.9 c
Mean	4.8	3.2	5.3	4.4

c.v.(a) = 7.5%, c.v.(b) = 21.8% Mean in the same column, followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

Table 5 Moisture content of peanuts after treated with different drying methods and storage time

Storage time (month)	Drying method			Mean of moisture content (%)
	Dried on pellet	Bundles of peanuts were dried, strip from the peg and dried on cement ground	Dried on cement ground	
0	5.8 a B	6.2 a A	6.6 a A	6.5
2	7.3 b A	7.5 b A	7.6 c A	7.4
4	7.6 c A	7.8 c A	7.9 d A	7.8
6	7.7 c B	7.5 b B	6.9 b A	7.3
Mean	7.3	7.2	7.2	7.3

c.v.(a) = 2.4%, c.v.(b) = 2.4% Mean in the same column, followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

Table 6 Protein content in peanuts after treated with different drying methods and storage time

Storage time (month)	Drying method			Mean of Protein (%)
	Dried on pellet	Bundles of peanuts were dried, strip from the peg and dried on cement ground	Dried on cement ground	
0	26.1	25.8	25.9	25.9 a
2	26.5	25.9	25.6	26.0 a
4	25.8	25.5	25.4	25.6 b
6	25.3	25.6	25.2	25.4 b
Mean	25.9	25.7	25.5	25.7

c.v.(a) = 1.2%, c.v.(b) = 1.4% Mean in the same column, followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

Table 7 Fat content in peanuts (%) after treated with different drying methods and storage time

Storage time (month)	Drying method			Mean of Fat (%)
	Dried on pellet	Bundles of peanuts were dried, strip from the peg and dried on cement ground	Dried on cement ground	
0	42.6	43.8	45.3	43.9 a
2	43.4	45.0	45.2	44.5 a
4	44.4	44.4	44.9	44.5 a
6	41.8	41.1	41.6	41.5 b
Mean	43.1	43.6	44.2	43.6

c.v.(a) = 2.7%, c.v.(b) = 3.6% Mean in the same column, followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

สรุป

กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวถั่วลิสงทั้ง 3 กรรมวิธี ได้แก่ ถั่วลิสงที่ผ่านการตากโดยกรรมวิธีที่ 1 ปลิดฝักถั่วลิสงทันที คัดเมล็ดดีด้วยมือ ตากบนตาข่ายมุ้งไนลอนที่วางบนแผ่นรองไม่ให้ถั่วลิสงสัมผัสพื้นดิน พลิกกลับกองวันละ 2 ครั้ง ตาก 7 วัน กรรมวิธีที่ 2 ตากทั้งต้นโดยการมัดลำต้นเข้าด้วยกันให้ส่วนฝักอยู่ด้านบน ตาก 1 วัน ปลิดฝัก คัดเมล็ดดี และตากบนลานปูนต่ออีก 6 วัน และกรรมวิธีที่ 3 ปลิดฝักถั่วลิสงทันที และตากบนตาข่ายมุ้งไนลอนบนลานปูน 7 วัน พบการปนเปื้อนสารแอฟลาทอกซินไม่แตกต่างกันและไม่เกินข้อกำหนดปริมาณแอฟลาทอกซิน (20 µg/kg ทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดต่ำกว่าค่ามาตรฐานถั่วลิสงเมล็ดแห้งที่กำหนด (9%) โดยกรรมวิธีที่ 2 มีการปนเปื้อนสาร AFB1 น้อยสุด เฉลี่ย 3.2 µg/kg และในระยะตากพบการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* น้อย เฉลี่ย 6.7% แต่พบการปนเปื้อนเชื้อรา *A. niger* มาก เฉลี่ย 74.7-90.7% เมื่อนำถั่วลิสงที่ได้จากการตากทั้ง 3 กรรมวิธีมาเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน และนำมาทดสอบการปนเปื้อนสาร AFB1 พบว่าถั่วลิสงที่ได้จากการตากวิธีที่ 2 มีการปนเปื้อนน้อยสุด เฉลี่ย 3.2 µg/kg ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-2 เดือน ถั่วลิสงมีโปรตีนสูงเฉลี่ย 25.9-26.0% และลดลงในช่วงการเก็บรักษา 4-6 เดือน ส่วนปริมาณไขมันในช่วง 0-4 เดือน ถั่วลิสงมีปริมาณไขมันเฉลี่ย 43.9-44.5% และลดลงในเดือนที่ 6 ของการเก็บรักษา ดังนั้นการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* และสารแอฟลาทอกซิน บี1 ในเมล็ดถั่วลิสง จึงควรใช้วิธีการตากเพื่อลดความชื้นในเมล็ดให้ต่ำกว่า 9% โดยหลีกเลี่ยงไม่ให้เมล็ดสัมผัสพื้นดินเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อรา และในการเก็บรักษาก่อนการกะเทาะเปลือกถั่วลิสงควรเก็บในที่โล่งที่มีการระบายอากาศได้ดี และไม่ควรเก็บ เป็นระยะเวลานานเกินไปเนื่องจากจะทำให้ปริมาณโปรตีน และไขมันในเมล็ดลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำหรับแหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Agricultural Research Development Agency (Public Organization). 2016. Maize, soybean, mungbean and peanut: Direction of Thai economic crops in ASEAN. Bangkok: Pornsup printing co., ltd.

Department of Agricultural Extension. 2023. Peanut. Situation of crop production year 2019/2020. Bureau of Agricultural Commodities Promotion and Management. Available from: http://www.agriman.doae.go.th/home/news/2564/44peanut.pdf. [accessed on October 13, 2023]

Department of Agriculture. 2009. Information system of peanuts. Available from: http://it.doa.go.th/vichakan/news.php? newsid=32. [accessed on April 13, 2022]

Embaby, E.M. and M.M. Abdel-Galel. 2014. Detection of fungi and aflatoxins contaminated peanut samples (*Arachis hypogaea* L.). Journal of Agricultural Technology 10(2): 423-437.

Kaaya A.N. and W. Kyamuhangire. 2006. The effect of storage time and agroecological zone on mould incidence and aflatoxin contamination of maize from traders in Uganda. International Journal of Food Microbiology 110(3): 217-223.

Muang Pan Agriculture Office. 2023. Growing peanut knowledge. Available from: http://mueangpan.lampang.doae.go.th. [accessed on October 13, 2023]

N'dede, C.B., C.M. Jolly, S.D. Vodouhe, and P.E. Jolly. 2012. Economic risks of aflatoxin contamination in marketing of peanut in Benin. Economics Research International (2012) Article ID 230638.

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2010. Good agricultural practices for peanuts. Thai Agricultural Standard (TAS 4900-2553). Published in the Royal Gazette Vol.127 Section 147D Special, Dated 21 December B.E. 2553 (2010).

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2014. Peanut kernel: maximum level of aflatoxin. Thai Agricultural Standard (TAS 4702-2014). Published in the Royal Gazette, Announcement and General Publication Volume 131, Special Section 246 (Ngo), Dated 4 December B.E. 2557 (2014).

Office of Agricultural Research and Development Region 3. 2017. Technology of peanut production in the upper Northeastern region. New knowledge information year 2017. Available from: http://oard3.doa.go.th/KM2560/KM21092560.pdf [accessed on April 10, 2019]

Okello, D.K., A.N. Kaaya, J. Bisikwa, M. Were and H.K. Oloka. 2010. Management of Aflatoxins in Groundnuts: A manual for farmers, processors, traders and consumers in Uganda. National Agricultural Research Organisation, Entebbe.

Seangsai S. 2000. Influence of Initial Seed Moisture, Storage and Seed Size Affected the Quality of Peanut Seeds. Thesis. Master of Sciences program, Graduate School, Khon Kaen University.

Souza G.F., S.A.G. Mossini, C.C. Arrotéia, C. Kemmelmeier and M. M. Junior. 2014. Evaluation of the mycoflora and aflatoxins from the pre-harvest to storage of peanuts: a case study. Acta Scientiarum. Agronomy Maringá 36(1): 27-33.

Wongkaew, S. and S. Jogloy. 2011. Aflatoxins in peanuts: a proposed solution. Khon Kaen Agriculture Journal 39 supplement 3: 1-11.

SJPS-11-01-M07-O68-003