

ผลของการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่มีต่อการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน
และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บไว้ปลูกทำพันธุ์

Effect of Post-Harvest Practices on Aflatoxin Contamination and Quality of Peanut Seed Storage for Planting

ธนิษฐา ศรีโหมดสุข¹ จวงจันทร ดวงพัตรา^{1*} อมรา ชินภูติ² และ จุฑามาศ ร่มแก้ว³

Thanittha Srimotesuk¹, Juangjun Duangpatra^{1*}, Amara Chinaphuti² and Jutamas Romkaew³

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่มีต่อการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินและคุณภาพของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ ไทนาน 9 และเกษตรศาสตร์ 50 พบว่าการถอนถั่วลิสงด้วยมือ ปลิดฝักแล้วตากแดดทันทีจนความชื้นของถั่วลิสงเหลือต่ำกว่า 9% และถอนปลิดฝักแล้วตากไว้ในร่ม 4 สัปดาห์ก่อนแล้วจึงนำไปตากแดดจนความชื้นเหลือต่ำกว่า 9% ไม่มีผลทำให้ถั่วลิสงมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาจากความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการทดสอบความงอกหลังการเร่งอายุ ดัชนีการงอกของเมล็ดและความงอกในไร่ แต่ถั่วลิสงพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 เนื่องจากมีอายุการเก็บเกี่ยว นานกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าการเก็บรักษาถั่วลิสงที่กะเทาะเมล็ดแล้วในภาชนะเปิดที่อุณหภูมิ 15°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% ถั่วลิสงมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูงขึ้น ถั่วลิสงที่ตรวจพบว่ามีสารอะฟลาทอกซินสูงถึง 91.42 ppb หลังจากเก็บไว้ 3 เดือน เมื่อเก็บรักษาต่อไปอีก 6 เดือน เมล็ดยังคงมีความงอกสูงถึง 85.33 % และเมื่อนำไปทดสอบในไร่เมล็ดมีความงอกสูง 88% ขึ้นไป แสดงว่าถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน 90 ppb สามารถเก็บไว้ใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้นานถึง 6 เดือน

คำสำคัญ: การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว, การปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน, คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

ABSTRACT

Studies on the effect of post-harvest practices on aflatoxin contamination and seed quality in Tainan 9 and Kasetsart 50 peanuts found that the hand harvest, depodding and sun-drying up until the moisture content was below 9% and hand harvest, depodding and air dry for 4 weeks after that sun-drying to reduce peanut moisture content below 9% were not different in aflatoxin contamination and seed quality as determined by acceleration aging, germination index and field emergence tests. Kasetsart 50 peanut was higher in aflatoxin contamination than Tainan 9 peanut because of the longer exposed in the field due to delay harvest. It was also found that shelled peanuts stored in porous containers at 15°C - 75% RH, aflatoxin contamination were increased. The high aflatoxin contamination of 91.42 ppb peanut seed lot found after 3 months storage, when stored for another 6 months was 85.33% germination and field emergence was higher than 88%. It could be concluded that the 90 ppb aflatoxin contaminated peanuts can be stored for 6 months to used as seeds for planting.

¹ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchark, Bangkok 10900

²สำนักวิจัยและพัฒนาวิชาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Post Harvest and Processing Research and Development Office, Department of Agriculture, Chatuchark, Bangkok 10900

³ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140

*Corresponding author: agrjua@ku.ac.th

Key words: Post-Harvest Practices, Aflatoxin Contamination, Peanut Seed Quality

1. คำนำ

การปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตถั่วลิสง เนื่องจากทำให้คุณภาพของผลผลิตในด้าน การบริโภคลดลง สารอะฟลาทอกซินมีพิษร้ายแรงต่อผู้บริโภคทั้งมนุษย์และสัตว์ หากมีการสะสมในร่างกายมากอาจ ก่อให้เกิดมะเร็งตับ (Sanders, 1983) กระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย (2529) ได้กำหนดให้อาหารที่เหมาะสม สำหรับการบริโภคมีการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินได้ไม่เกิน 20 ppb (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัมอาหาร) สำหรับ ผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงนั้นสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (2544) กำหนดให้ถั่วลิสงที่วางจำหน่ายมีการปนเปื้อนสารอะฟลา ทอกซินไม่เกิน 15 ppb ฉะนั้น หากนำเมล็ดถั่วลิสงที่ปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินมากกว่า 20 ppb มาใช้ปลูกทำพันธุ์จะ ช่วยลดการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงได้ ประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จากถั่วลิสงมาก ถั่วลิสงที่ผลิตได้ในประเทศมี ปริมาณไม่พอกับความต้องการใช้ภายในประเทศจึงต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ ในปี 2551 มีการนำเข้าถั่วลิสง ประมาณ 76,917 ตัน คิดเป็นมูลค่ารวม 676.03 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) จากรายงานของ Duangpatra *et al.* (2005) พบว่าถั่วลิสงที่นำเข้าจากประเทศลาว กัมพูชา เวียดนาม พม่า และจีน รวมถึงถั่วลิสงที่ผลิตได้ ในประเทศมากกว่า 50% มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินมากกว่า 20 ppb สารอะฟลาทอกซินเป็นสาร secondary metabolite ที่เชื้อรา *Aspergillus flavus* Link. และ *A. parasiticus* Speare. สร้างขึ้น (Wilson and Payne, 1994) ปัญหาการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์พบมากในประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้นมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อราและการสร้างสารอะฟลาทอกซิน (Swindale, 1989)

การปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสามารถเกิดขึ้นได้ทุกระยะของการผลิตถั่วลิสง ตั้งแต่ปลูกในไร่ การเก็บเกี่ยว การตากจนถึงขนส่งไปยังแหล่งขายและการจัดจำหน่ายในท้องตลาด (บุญมี, 2540) รวมทั้งในระหว่างการเก็บรักษา (จวงจันท์ และคณะ, 2543) ในแปลงปลูกนั้น หากมีสภาวะแห้งแล้งก่อนเก็บเกี่ยวถั่วลิสง 30 วันจะมีการปนเปื้อน สารอะฟลาทอกซินสูง (Middleton, 1989) การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวถั่วลิสงถ้ามีการจัดการไม่ดีเกิดการปนเปื้อน สารอะฟลาทอกซิน 100 ppb ตั้งแต่เริ่มต้นก่อนการเก็บรักษา หากเก็บรักษาไว้เพื่อใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพ ต่ำ ปริมาณสารอะฟลาทอกซินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (จวงจันท์ และคณะ, 2543) ในการเก็บ รักษาถั่วลิสง โรงเก็บเมล็ดต้องมีการป้องกันความชื้นและการสะสมอุณหภูมิ การเก็บถั่วลิสงไว้ในสภาพที่ไม่เหมาะสม เมล็ดจะมีการเสื่อมคุณภาพโดยเกิดกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) และมีเชื้อรา *A. flavus* เข้าทำลาย (Sanders *et al.*, 1981) การเกิดกรดไขมันอิสระจะพบเมื่อเก็บเมล็ดถั่วลิสงไว้ในที่ที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงและมีการ เจริญเติบโตของเชื้อรา การสร้างสารอะฟลาทอกซินจะมีมากเมื่อเมล็ดมีความชื้นตั้งแต่ 10% ขึ้นไป (Diener and David, 1969) ฝักถั่วลิสงที่มีความชื้นไม่เกิน 10% ไม่มีผลต่อการเข้าทำลายของเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* (Kaewmah *et al.*, 2005) แต่ถ้าฝักถั่วลิสงมีความชื้น 20-75% จะมีการเข้าทำลายของเชื้อรา *A. flavus* (Middleton, 1989) สำหรับประเทศไทยถั่วลิสงที่จะเก็บรักษาไว้ควรลดความชื้นให้เหลือต่ำกว่า 9% และเก็บไว้ในที่มีหลังคากันแดดกันฝน มีการถ่ายเท ระบายอากาศดี สถานที่เก็บมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ มิฉะนั้นถั่วลิสงจะดูดความชื้นจากบรรยากาศทำให้เมล็ดมี ความชื้นสูงขึ้น เชื้อรา *Aspergillus* จะเข้าทำลายและสร้างสารอะฟลาทอกซินได้ (จวงจันท์, 2540) การเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้องทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าการเก็บไว้ในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ นอกจากนี้ถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสาร อะฟลาทอกซินมีการเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าถั่วลิสงที่ไม่มีการปนเปื้อนสารอะฟลา ทอกซิน (จวงจันท์ และคณะ, 2543) ถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินต่ำกว่า 20 ppb ตั้งแต่ก่อนเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 9 เดือน ในห้องที่มีอุณหภูมิ 10°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% ถั่วลิสงพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เกษตร 1

ไทนาน 9 ขอนแก่น 60-3 และขอนแก่น 6 มีปริมาณสารอะฟลาทอกซินเพิ่มขึ้นเป็น 66.69, 93.70, 42.28, 72.14 และ 74.72 ppb ตามลำดับ (วาสิฎฐี, 2552) ถั่วลิสงที่ปลูกในไร่ที่มีการดูแลปฏิบัติรักษาเหมาะสมและมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินไม่เกิน 50 ppb ไม่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (จวงจันท์ และนรินทร์, 2545) แต่เมล็ดถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินมากกว่า 1,000 ppb มีความงอกต่ำกว่า 50% (จวงจันท์ และคณะ, 2543ก) นอกจากนี้ วาสิฎฐี และจวงจันท์ (2552) ยังพบว่าเมล็ดถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน 20-52 ppb เมื่อเก็บรักษาไว้นานถึง 9 เดือน ยังสามารถใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้

ถั่วลิสงเป็นพืชที่ปลูกกันทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีการบริโภคและใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงกันอย่างแพร่หลาย แต่สภาพอากาศที่ร้อนชื้นของประเทศไทย ทำให้เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อราที่สร้างสารอะฟลาทอกซิน ในบางครั้งเกษตรกรเก็บเกี่ยวถั่วลิสงแล้วไม่ได้ลดความชื้นทันทีอาจเนื่องมาจากไม่มีที่ตาก หรือฝนตกทำให้เกิดการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่มีต่อการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินและการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง โดยนำถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูงเกินกว่าที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดซึ่งไม่สามารถบริโภคมาใช้เป็นเมล็ดพันธุ์

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การปลูกถั่วลิสง

การทดลองนี้ใช้ถั่วลิสงพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ซึ่งเป็นถั่วลิสงพันธุ์เมล็ดโต มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120 วัน และถั่วลิสงพันธุ์แนะนำที่เกษตรกรปลูกกันแพร่หลาย เป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดกลางคือพันธุ์ไทนาน 9 มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90-100 วัน ปลูกถั่วลิสงทั้ง 2 พันธุ์ในแปลงทดลอง ณ สถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจ ตำบลกลางดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ไร่ปุ๋ยเคมี สูตร 12-24-12 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ขณะไถพรวนเตรียมดิน ปลูกถั่วลิสงเป็นแถวบนสันร่องใช้ระยะห่างระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร หยอดเมล็ดลึก 2-3 เซนติเมตร หลุมละ 2 เมล็ด ก่อนปลูกคลุกเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงด้วยแคลเซียมอัตรา 3 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม และคลุกด้วยเชื้อไรโซเบียมอัตรา 200 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 12 กิโลกรัม ให้น้ำทันทีหลังปลูก และทุกๆ 7 วันจนถั่วลิสงออกดอก หลังจากนั้นให้น้ำทุกๆ 2 สัปดาห์ กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน และฉีดพ่นอะไซโตรินอัตรา 120 มิลลิลิตรต่อน้ำ 60 ลิตรเพื่อป้องกันกำจัดแมลง เมื่อถั่วลิสงอายุ 21 วันหลังปลูก ป้องกันและกำจัดโรคทางใบโดยฉีดพ่นคลอโรธาโลนิลอัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อถั่วลิสงอายุ 40-50 วัน ซึ่งเป็นระยะแทงเข็ม ใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ 8 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อป้องกันและกำจัดเสี้ยนดินและปลวก

2.2 การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา

เก็บเกี่ยวถั่วลิสง เมื่อถั่วลิสงแต่ละพันธุ์มีฝักที่สูงแก่ทางสรีรวิทยาประมาณ 60-65% โดยการสุ่มถอนต้นถั่วลิสงแล้วแกะดูเปลือกฝักด้านใน ฝักที่สูงแก่เปลือกฝักด้านในจะเป็นสีน้ำตาลหรือดำมากกว่า 70% ของพื้นที่ด้านในของฝัก เก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนถอนทั้งต้นและปลิดฝักถั่วลิสงทันที การทดลองนี้หลังจากปลูกถั่วลิสงในปลายเดือนพฤศจิกายนแล้ว มีสภาวะอากาศหนาวในเดือนธันวาคมและมกราคม กล่าวคือเดือนธันวาคม 2551 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 17°C อุณหภูมิต่ำสุด 13.2°C และเดือนมกราคม 2552 อุณหภูมิเฉลี่ย 15°C อุณหภูมิต่ำสุด 10.5°C ทำให้ถั่วลิสงเจริญเติบโตและสุกแก่ช้า พันธุ์ไทนาน 9 จึงเก็บเกี่ยว ที่อายุประมาณ 144 วัน ส่วนพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เก็บเกี่ยวที่อายุ 168 วัน ฝักถั่วลิสงที่เก็บเกี่ยวแล้วนำไปทำความสะอาดโดยการร่อนดินออก แล้วนำไปลดความชื้นด้วยวิธีการปฏิบัติที่ต่างกัน 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 ตากแดดทันทีเพื่อลดความชื้นให้ต่ำกว่า 9% ส่วนวิธีที่ 2 ฝักถั่วลิสงไว้ในร่ม 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำไปตากแดดจน

ความชื้นเหลือต่ำกว่า 9% คัดฝักเสียออก นำฝักถั่วลิสงทุกล็อตมากะเทาะเมล็ด บรรจุในถุงตาข่ายโปร่ง เก็บไว้ในตู้อุณหภูมิ 15°C และความชื้นสัมพัทธ์ 75% เป็นระยะเวลา 9 เดือน

2.3. **ตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินและตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง** ก่อนการเก็บรักษา และหลังเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 3 เดือนและ 9 เดือน ตามวิธีที่จะกล่าวถึงต่อไป ในข้อ 3.1 ถึง 3.2 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design มี 3 ซ้ำ 2 ปัจจัย ได้แก่ พันธุ์ถั่วลิสง และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

2.3.1 **สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงไปตรวจการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินโดยใช้ชุดตรวจสอบสารอะฟลาทอกซินสำเร็จรูป (DOA-Aflatoxin ELISA Test Kit) ณ ห้องปฏิบัติการสารพิษจากเชื้อรา กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร**

2.3.2 **ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ตามวิธีการของจวงจันท์ (2529) ดังนี้**

1) ตรวจสอบความชื้นของเมล็ดโดยวิธี hot air oven โดยสุ่มนับเมล็ดถั่วลิสงในแต่ละล็อตจำนวน 30 เมล็ด แบ่งเป็น 2 ซ้ำๆ ละ 15 เมล็ด ชั่งน้ำหนักสด นำเมล็ดที่ชั่งน้ำหนักสดแล้วใส่ใน moisture can นำไปอบที่ตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำเมล็ดมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสดของเมล็ดพันธุ์} - \text{น้ำหนักแห้งของเมล็ดพันธุ์}}{\text{น้ำหนักสดของเมล็ดพันธุ์}} \times 100$$

รายงานความชื้นของเมล็ดโดยใช้ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

2) ตรวจสอบความงอกของเมล็ดถั่วลิสง โดยสุ่มตัวอย่างเมล็ดถั่วลิสงซ้ำละ 50 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ ใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุเพาะ รดน้ำให้ทรายมีความชื้นประมาณ 60% หรือเมื่อกำแล้วทรายไม่แตกออกจากกัน นำทรายใส่ในกล่องพลาสติกใสขนาด 18×27×10 เซนติเมตร เพาะเมล็ดลงในทราย วางกล่องเพาะเมล็ดไว้ในตู้อุณหภูมิห้อง ฉีดน้ำลงบนวัสดุเพาะป้องกันทรายแห้ง โดยรักษาความชื้นไว้ที่ประมาณ 60-70% ตลอดการทดลอง ตรวจนับและประเมินผลความงอกที่ 5 วัน และ 10 วันหลังเพาะ กำหนดให้ต้นกล้าที่โผล่พ้นวัสดุเพาะมีใบจริงเริ่มคลี่ ใบเลี้ยงแผ่กางจัดเป็นต้นกล้าที่ออกปกติ เปอร์เซ็นต์ความงอกคำนวณจากจำนวนต้นกล้าที่ออกปกติ

3) **ตรวจวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (seed vigor test) โดยวิธีการต่อไปนี้**

(1) **ดัชนีการงอกของเมล็ด** เพาะเมล็ดเช่นเดียวกับการทดสอบความงอกของเมล็ดในข้อ 2.3.2 ตรวจนับและประเมินผลการงอกทุกวัน โดยนับจำนวนต้นกล้าที่ออกปกติในแต่ละวันจนครบ 10 วัน แล้วคำนวณหาดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์จากสูตร

$$\text{ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์} = \text{ผลบวกของ} \left(\frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่ออก}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}} \right)$$

(2) **การเร่งอายุของเมล็ด** สุ่มเมล็ดแต่ละซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ ใส่ลงในตะแกรงสแตนเลสรูปทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร ขาดั้งสูง 3 เซนติเมตร เติมน้ำ 100 มิลลิลิตรใส่ในขวดเร่งอายุ นำตะแกรงลวดสแตนเลสที่ใส่เมล็ดไว้แล้ววางลงในขวดเร่งอายุ ปิดฝาขวดให้สนิท นำขวดเร่งอายุไปไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 96 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเมล็ดถั่วลิสงไปทดสอบความงอกตามวิธีการในข้อ 2.3.2

2.4 การทดสอบความงอกในไร่

ปลูกถั่วลิสงทุกล็อตหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 9 เดือน ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณจากกลกิจ ตำบลกลางดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เพื่อประเมินความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่มีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

ต่างกันและมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินที่ต่างกัน วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design ทำ 3 ซ้ำ แปลงย่อยมีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 5 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร ปลูกถั่วลิสงแต่ละลือตจำนวน 4 แถว หลุมละ 2 เมล็ด ให้น้ำทันทีหลังปลูกและทุกๆ 5 วัน นับจำนวนต้นกล้าถั่วลิสงที่งอกปกติที่อายุ 14 วันหลังปลูก โดยตรวจนับเฉพาะต้นกล้าถั่วลิสงที่งอกโผล่พ้นดิน มียอดอ่อนสมบูรณ์ใบเลี้ยงแผ่กาง และมีใบจริงคลี่ให้เห็นอย่างน้อย 2 ใบ

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการและในไร่มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

วิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 วิธีคือการถอนด้วยมือ ปลิดฝักแล้วนำไปตากแดดจนความชื้นลดลงต่ำกว่า 9% และการถอนและปลิดฝักแล้วนำไปผึ่งไว้ในที่ร่ม 4 สัปดาห์ก่อน แล้วจึงนำไปตากแดดให้ความชื้นลดลงต่ำกว่า 9% ไม่มีผลทำให้เมล็ดถั่วลิสงทั้ง 2 พันธุ์ มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินแตกต่างกันเมื่อพิจารณาที่ 0 เดือนหรือก่อนการเก็บรักษา และหลังเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 3 เดือน (Table 1) จึงไม่มีข้อบ่งชี้เด่นชัดว่าวิธีปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยววิธีใดที่มีผลทำให้มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูงกว่ากัน แต่เมื่อเก็บรักษาถั่วลิสงที่กะเทาะเมล็ดในถุงตาข่ายโปร่งเป็นเวลา 3 เดือนพบว่า ถั่วลิสงทุกลือตมีสารอะฟลาทอกซินเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมล็ดมีความชื้นเพิ่มขึ้น (Table 2) และเชื้อรา *Aspergillus flavus* ที่อาจติดมากับเมล็ดและที่มีอยู่ในบรรยากาศสามารถสร้างสารอะฟลาทอกซินเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเก็บรักษาถั่วลิสงไว้ต่อไปอีก 6 เดือนกลับพบว่า วิธีการที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของสารอะฟลาทอกซินสูงกว่าวิธีการปฏิบัติที่ 2 ฉะนั้นจึงไม่สามารถสรุปได้ว่าวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 วิธี วิธีใดจะมีผลทำให้มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินมากกว่ากัน การปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินที่เพิ่มขึ้นนี้น่าจะมาจากเชื้อราที่ติดมากับเมล็ด และหรือที่มีอยู่ในห้องเก็บเมล็ดสร้างสารอะฟลาทอกซินเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาในระยะเวลา 3 เดือนแรก สอดคล้องกับรายงานของวาสิฎฐี (2552) ที่พบว่าถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินต่ำกว่า 20 ppb เมื่อเก็บในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 10°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% ถั่วลิสงมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินเพิ่มสูงขึ้นถึง 93.70 ppb สำหรับในด้านพันธุ์ถั่วลิสงนั้น ถั่วลิสงพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 ตั้งแต่เริ่มต้นก่อนการเก็บรักษา ซึ่งเป็นผลมาจากเก็บเกี่ยวล่าช้า ประกอบกับก่อนเก็บเกี่ยวถั่วลิสงพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีฝนตกมากถึง 39.8 มิลลิเมตร นอกจากนี้อาจมีเมล็ดที่สับหรือไม่สมบูรณ์มีปะปนอยู่ เนื่องจากในขั้นตอนของการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวได้คัดแยกฝักเสียออกเท่านั้นแต่ไม่มีการคัดแยกเมล็ดหลังกะเทาะ ฉะนั้น ถั่วลิสงพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ได้จากทั้ง 2 วิธี จึงมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน สูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 และเนื่องจากถั่วลิสงพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เป็นถั่วลิสงพวกที่มีเมล็ดขนาดใหญ่มีอายุเก็บเกี่ยวยาวนานกว่าพันธุ์ไทนาน 9 ซึ่งเป็นเมล็ดขนาดกลาง จึงมีโอกาสได้รับผลกระทบจากสภาพที่ไม่พึงประสงค์ในแปลงก่อนการเก็บเกี่ยวมากกว่าพันธุ์ไทนาน 9 (Woodroof, 1983)

ในด้านคุณภาพของเมล็ดพันธุ์นั้นวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 วิธีไม่มีผลทำให้ความงอกและความแข็งแรง ของเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการทดสอบความงอกหลังการเร่งอายุ ดัชนีการงอกของเมล็ดและความงอกในไร่แตกต่างกัน (Table 1, Table 2 and Table 3) และแม้ว่าจะเก็บรักษาไว้นานถึง 9 เดือน เมล็ดถั่วลิสงทุกลือตยังมีความงอกสูงกว่า 88% ขึ้นไป เนื่องจากเก็บรักษาเมล็ดไว้ในอุณหภูมิ 15°C การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จึงช้ากว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องทั่วไป (จวงจันท์ และคณะ, 2543ข) แต่ในด้านของพันธุ์นั้นการทดสอบความแข็งแรงโดยการวัดดัชนีความ

งอกของเมล็ดก่อนการเก็บรักษา และหลังเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 3 เดือน (Table 2) พบว่าเมล็ดพันธุ์ไทนาน 9 มีดัชนีความงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เนื่องจากถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีเมล็ดขนาดเล็กกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 จึงงอกได้เร็วกว่า แต่หลังจากเก็บรักษาไว้ 9 เดือน พบว่าดัชนีความงอกของถั่วลิสงทั้ง 2 พันธุ์ ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากเมล็ดถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพเกิดขึ้นทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลงจนไม่มีความแตกต่างของทั้งสองพันธุ์

หลังจากเก็บถั่วลิสงไว้เป็นเวลา 9 เดือน เมื่อนำถั่วลิสงทุกล็อตไปปลูกทดสอบความงอกในไร่ พบว่า ถั่วลิสงทุกล็อตมีความงอกในไร่ไม่แตกต่างกัน (Table 3) และมีความงอกในไร่สูงถึง 88% ขึ้นไป แม้แต่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ในล็อตที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินถึง 91.42 ppb ในวิธีการที่ 2 เมื่อตรวจที่ 3 เดือน เมล็ดยังคงมีความงอกสูงกว่า 80% (Table 1) และมีความงอกในไร่สูงถึง 88.62% แสดงว่าปริมาณอะฟลาทอกซินที่ 90 ppb ไม่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงและความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของจวงจันท์และนรินทร์ (2545) ที่พบว่า ถั่วลิสงที่ปลิดฝักแล้วเก็บไว้ในร่ม 2 สัปดาห์ แม้จะมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูงถึง 50 ppb แต่เมล็ดพันธุ์ยังคงมีความงอกสูงกว่า 80% ถึงแม้จะเก็บรักษาไว้ 9 เดือน และยังคงตรงกับรายงานของ วาสิฎฐีและจวงจันท์ (2552) ที่พบว่า เมล็ดถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน 20-52 ppb ถึงแม้จะเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 9 เดือนยังสามารถใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้ จากผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูงถึง 90 ppb เมื่อเก็บไว้นานถึง 6 เดือน ยังคงมีความงอกในไร่สูงกว่า 88% จึงสามารถเก็บไว้ปลูกทำพันธุ์ได้ ฉะนั้นถั่วลิสงที่ตรวจพบการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินเกิน 20 ppb ซึ่งไม่สามารถใช้บริโภคหรือนำไปแปรรูปหรือใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ถั่วลิสง ถึงแม้จะมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูงถึง 90 ppb เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15°C นานถึง 9 เดือน สามารถนำมาใช้ปลูกทำพันธุ์ได้

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 วิธี ได้แก่ 1) การปลิดฝักแล้วตากแดดทันทีให้ความชื้นเหลือต่ำกว่า 9% และ 2) ปลิดฝักแล้วผึ่งไว้ในร่ม 4 สัปดาห์ แล้วจึงนำไปตากแดดจนความชื้นเหลือต่ำกว่า 9% ไม่มีผลทำให้ถั่วลิสงมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ต่างกัน แต่ถั่วลิสงพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 เมื่อเก็บถั่วลิสงไว้ในภาชนะเปิดที่อุณหภูมิ 15°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% นาน 3 เดือน ถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูง 91.42 ppb เมื่อเก็บรักษาต่อไปอีกเป็นระยะเวลา 6 เดือน ยังคงมีความงอกสูงกว่า 80% และเมื่อนำไปปลูกในไร่มีความงอกสูงถึง 88% ขึ้นไป ฉะนั้นถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน 90 ppb ที่ไม่สามารถใช้บริโภคหรือใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ถั่วลิสง สามารถนำไปใช้เป็นเมล็ดพันธุ์เพื่อลดการสูญเสียและการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ได้ เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมีราคาแพง และเป็นการป้องกันไม่ให้ถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินเกินมาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไปสู่ผู้บริโภคได้อีกทางหนึ่ง การศึกษานี้เป็นข้อเสนอแนะให้พ่อค้าถั่วลิสงที่มีถั่วลิสงที่กะเทาะเปลือกแล้วและมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินเกิน 20 ppb หากเก็บเมล็ดถั่วลิสงไว้ในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เมล็ดเหล่านั้นยังสามารถนำไปใช้ปลูกเป็นเมล็ดพันธุ์ได้

ผลของการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่มีต่อการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน
และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บไว้ปลูกทำพันธุ์

Table 1 Aflatoxin contamination (ppb) and seed germination (%) of Tainan 9 and Kasetsart 50 peanuts from different post-harvest practices after stored at 15°C - 75% RH for nine months.

Post-harvest practice	Variety	Aflatoxin contamination (ppb)			Seed germination (%)		
		0 month	3 months	9 months	0 month	3 months	9 months
H1	Tainan 9	3.71 b	17.47 b	10.19 b	91.33	92.67	86.67
	Kasetsart 50	35.15 a	88.53 a	42.32 a	93.33	90.00	81.33
	Mean	19.43	53.00	26.25 A	92.33	91.33	84.00
H2	Tainan 9	7.37 b	26.33 b	7.36 b	85.33	94.67	90.00
	Kasetsart 50	31.85 a	91.42 a	11.42 b	81.33	92.67	85.33
	Mean	19.61	59.13	9.39 B	83.33	93.67	87.67
F _{0.05} Post-harvest practices		ns	ns	*	ns	ns	ns
F _{0.05} Post-harvest practices x Variety		*	*	*	ns	ns	ns

ns = not significantly different at 95 % level of probability

* = significantly different at 95 % level of probability

Within each column means followed by the same small letter and capital letter of post-harvest practice are not significant different at 5% level of probability

H1 = Hand harvest, depodding and sun-drying immediately

H2 = Hand harvest, depodding, 4 weeks air dry followed by sun-drying

Table 2 Seed moisture content (%) and germination index of Tainan 9 and Kasetsart 50 peanuts from different post-harvest practices after stored at 15°C - 75% RH for nine months.

Post-harvest practice	Variety	Seed moisture content (%)			Germination index		
		0 month	3 months	9 months	0 month	3 months	9 months
H1	Tainan 9	6.36 a	7.40	7.13	7.93 b	8.17a	7.70
	Kasetsart 50	5.64 c	6.98	6.45	7.70 b	7.26 c	6.36
	Mean	6.00	7.18	6.79	7.82	7.71	7.03
H2	Tainan 9	6.21 a	6.97	6.85	9.77 a	7.91 ab	8.01
	Kasetsart 50	5.97 b	6.91	6.53	7.13 b	7.63 bc	6.94
	Mean	6.09	6.94	6.69	8.45	7.77	7.47
F _{0.05} Post-harvest practices		ns	ns	ns	ns	ns	ns
F _{0.05} Post-harvest practices x Variety		*	ns	ns	*	*	ns

ns = not significantly different at 95 % level of probability

* = significantly different at 95 % level of probability

Within each column means followed by the same small letter and capital letter of post-harvest practice are not significant different at 5% level of probability

H1 = Hand harvest, depodding and sun-drying immediately

H2 = Hand harvest, depodding, 4 weeks air dry followed by sun-drying

Table 3 Acceleration aging (%) and field emergence at 14 DAP (%) of Tainan 9 and Kasetsart 50 peanuts from different post-harvest practices after stored at 15°C - 75% RH for nine months.

Post-harvest practice	Variety	Acceleration aging (%)			Field emergence (%)
		0 month	3 months	9 months	14 days after planting
H1	Tainan 9	86.67	92.67	89.33	90.46
	Kasetsart 50	83.33	76.67	75.33	88.03
	Mean	85.00	84.67	82.33	89.24
H2	Tainan 9	89.33	92.00	92.00	90.72
	Kasetsart 50	86.00	88.00	81.33	88.62
	Mean	87.67	90.00	86.67	89.67
F _{0.05} Post-harvest practices		ns	ns	ns	ns
F _{0.05} Post-harvest practices x Variety		ns	ns	ns	ns

ns = not significantly different at 95 % level of probability

H1 = Hand harvest, depodding and sun-drying immediately

H2 = Hand harvest, depodding, 4 weeks air dry followed by sun-drying

5. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. 2529. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน. 21 มกราคม 2529.
- จวงจันท์ ดวงพัตรา. 2529. การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพมหานคร. 194 น.
- จวงจันท์ ดวงพัตรา. 2540. วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวและการป้องกันการเกิดสารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วลิสง, น.135-141. ใน **คู่มือวิชาการเรื่อง “อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง”**. กลุ่มพีชน้ำมัน กองส่งเสริมพืชไร่ฯ กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- จวงจันท์ ดวงพัตรา ดวงจันท์ สุประเสริฐ และ ปาริชาติ พรหมโชติ. 2543ก. คุณภาพของเมล็ดพันธุ์และการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินระหว่างการเก็บรักษาในเมล็ดถั่วลิสงที่มีขนาดต่างกัน, น. 1-8. ใน **การประชุมวิชาการถั่วลิสงแห่งชาติ ครั้งที่ 15**. ณ หอพักวิทยวิมาน โรงแรมอมิตีกรีนฮิลล์, เชียงใหม่.
- จวงจันท์ ดวงพัตรา ดวงจันท์ สุประเสริฐ และ ปาริชาติ พรหมโชติ. 2543ข. คุณภาพเบื้องต้นและการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงที่เก็บไว้ทั้งฝัก, น. 1-9. ใน **การประชุมวิชาการถั่วลิสงแห่งชาติ ครั้งที่ 15**. ณ หอพักวิทยวิมาน โรงแรมอมิตีกรีนฮิลล์, เชียงใหม่.
- จวงจันท์ ดวงพัตรา และนรินทร์ พุ่มดียิ่ง. 2545. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วลิสง, น. 344-356. ใน **การประชุมวิชาการถั่วลิสงแห่งชาติ ครั้งที่ 16**. ณ โรงแรมกรุงศรีวิเวอร์, พระนครศรีอยุธยา.
- บุญมี ศรี. 2540. สารอะฟลาทอกซิน: การปนเปื้อนและการป้องกันในระบบการผลิตและหลังการเก็บเกี่ยวถั่วลิสง, น. 142-154. ใน **คู่มือวิชาการเรื่อง “อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง”** กลุ่มพีชน้ำมัน กองส่งเสริมพืชไร่ฯ กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

- วาสิฎฐี เป้าเล็ง. 2552. ผลของการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินต่อคุณภาพและความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วาสิฎฐี เป้าเล็ง และ จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2552. ผลของการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินที่มีต่อความงอก ความแข็งแรง และความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังจากเก็บรักษาไว้ในห้องเก็บที่มีการควบคุมอุณหภูมิและที่อุณหภูมิห้อง. ว.วิทย.เกษตร 40(2): 245-256.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2544. ข้อกำหนดวิธีปฏิบัติเพื่อควบคุมการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินในถั่วลิสง เล่ม1: การผลิตถั่วลิสงระดับเกษตรกร. มอก.2070.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- Diener, U.L., and N.D. Davis. 1969. Limiting temperature and humidity for aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in stored peanut. J. Amer. Oil Chem. Soc. 47: 347-351.
- Duangpatra, J., P. Chompreeda, A. Chinaputhi and P. Promchote. 2005. Quality and aflatoxin contamination in imported raw peanut, pp. 100. In Summary International Peanut Conference 2005, Prospects and Emerging Opportunities for Peanut Quality and Utilization Technology, January 9-12, 2005. Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Kaewmah, N., D. Jothityangkoon, S. Jogloy and S. Wongkaew. 2005. Groundnut pod moistening before shelling in relation to aflatoxin production, pp. 99. In Summary International Peanut Conference 2005, Prospects and Emerging Opportunities for Peanut Quality and Utilization Technology, January 9-12, 2005. Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Middleton, K.J. 1989. Queensland department of primary industries' involvement with aflatoxin in groundnuts in Australia and Indonesia, pp. 209-214. In S.D. Hall, ed. Aflatoxin Contamination of Groundnut, October 6-9, 1987. ICRISAT Center, India.
- Sanders, T.H. 1983. The aflatoxin crisis, pp.151-164. In J.G. Woodroof, ed. Peanuts : Production, Processing, Products. Avi Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Sanders, T.H., J.S. Smith, Jr., J.A. Lansden and J.I. Davidson. 1981. Peanut quality changes associated with deficient warehouse storage. Peanut Sci. 8: 121-124.
- Swindale, L.D. 1989. A general overview of the problem of aflatoxin contamination of groundnut, pp. 3-5. In S.D. Hall, ed. Aflatoxin Contamination of Groundnut, October 6-9, 1987. ICRISAT Center, India.
- Wilson, D.M. and G.A. Payne. 1994. Factors affecting *Aspergillus flavus* group infection and aflatoxin contamination of crops, pp. 309-325. In D.L. Eaton and J.D. Groopman, eds. The Toxicology of Aflatoxins Human Health, Veterinary, and Agricultural Significance. Academic Press, Inc., San Diego, California.
- Woodroof, J.G. 1983. The culture of peanuts, pp. 41-89. In J.G. Woodroof, ed. Peanuts : Production, Processing, Products. Avi Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.