รายงานการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 7
วันที่ 18 – 20 พฤษภาคม 2553 ณ โรงแรม ท็อปแลนด์ จังหวัดพิษณุโลก

ผลของการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่มีต่อการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บไว้ปลูกทำพันธุ์

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

ธนิษฐา ศรีโหมดสุข[1] จวงจันทร์ ดวงพัตรา[1*] อมรา ชินภูติ [2] และ จุฑามาศ ร่มแก้ว[3]

Thanittha Srimotesuk[1], Juangjun Duangpatra[1*], Amara Chinaphuti[2] and Jutamas Romkaew[3]

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่มีต่อการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินและคุณภาพของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ ไทนาน 9 และเกษตรศาสตร์ 50 พบว่าการถอนถั่วลิสงด้วยมือ ปลิดฝักแล้วตากแดดทันทีจนความชื้นของถั่วลิสงเหลือต่ำกว่า 9% และถอนปลิดฝักแล้วตากไว้ในร่ม 4 สัปดาห์ก่อนแล้วจึงนำไปตากแดดจนความชื้นเหลือต่ำกว่า 9% ไม่มีผลทำให้ถั่วลิสงมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาจากความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการทดสอบความงอกหลังการเร่งอายุ ดัชนีการงอกของเมล็ดและความงอกในไร่ แต่ถั่วลิสงพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 เนื่องจากมีอายุการเก็บเกี่ยวนานกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าการเก็บรักษาถั่วลิสงที่กะเทาะเมล็ดแล้วในภาชนะเปิดที่อุณหภูมิ 15°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% ถั่วลิสงมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูงขึ้น ถั่วลิสงที่ตรวจพบว่ามีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูงถึง 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.

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

[2]สำนักวิจัยและพัฒนาวิชาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

[3]ภาควิชาพืชไร่นา 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 เนื่องจากทำให้คุณภาพของผลผลิตในด้านการบริโภคลดลง สารอะฟลาทอกซินมีพิษร้ายแรงต่อผู้บริโภคทั้งมนุษย์และสัตว์ หากมีการสะสมในร่างกายมากอาจก่อให้เกิดมะเร็งตับ (Sanders, 1983) กระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย (2529) ได้กำหนดให้อาหารที่เหมาะสมสำหรับการบริโภคมีการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินได้ไม่เกิน 20 ppb (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัมอาหาร) สำหรับผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงนั้นสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (2544) กำหนดให้ถั่วลิสงที่วางจำหน่ายมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินไม่เกิน 15 ppb ฉะนั้น หากนำเมล็ดถั่วลิสงที่ปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินมากกว่า 20 ppb มาใช้ปลูกทำพันธุ์จะช่วยลดการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงได้ ประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จากถั่วลิสงมาก ถั่วลิสงที่ผลิตได้ในประเทศมีปริมาณไม่พอกับความต้องการใช้ภายในประเทศจึงต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ ในปี 2551 มีการนำเข้าถั่วลิสงประมาณ 76,917 ตัน คิดเป็นมูลค่ารวม 676.03 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) จากรายงานของ Duangpatra *et al*. (2005) พบว่าถั่วลิสงที่นำเข้าจากประเทศลาว กัมพูชา เวียดนาม พม่า และจีน รวมถึงถั่วลิสงที่ผลิตได้ในประเทศมากกว่า 50% มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินมากกว่า 20 ppb สารอะฟลาทอกซินเป็นสาร secondary metabolite ที่เชื้อรา *Aspergillus flavus* Link. และ *A. parasiticus* Speare. สร้างขึ้น (Wilson and Payne, 1994) ปัญหาการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินในผลิตผลจะพบมากในประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้นมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อราและการสร้างสารอะฟลาทอกซิน (Swindale, 1989)

การปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสามารถเกิดขึ้นได้ทุกระยะของการผลิตถั่วลิสง ตั้งแต่ปลูกในไร่ การเก็บเกี่ยว การตากจนถึงขนส่งไปยังแหล่งขายและการจัดจำหน่ายในท้องตลาด (บุญมี, 2540) รวมทั้งในระหว่างการเก็บรักษา (จวงจันทร์ และคณะ, 2543ข) ในแปลงปลูกนั้น หากมีสภาวะแห้งแล้งก่อนเก็บเกี่ยวถั่วลิสง 30 วันจะมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูง (Middleton, 1989) การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวถั่วลิสงถ้ามีการจัดการไม่ดีเกิดการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน 100 ppb ตั้งแต่เริ่มต้นก่อนการเก็บรักษา หากเก็บรักษาไว้เพื่อใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพต่ำ ปริมาณสารอะฟลาทอกซินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (จวงจันทร์ และคณะ, 2543ข) ในการเก็บรักษาถั่วลิสง โรงเก็บเมล็ดต้องมีการป้องกันความชื้นและการสะสมอุณหภูมิ การเก็บถั่วลิสงไว้ในสภาพที่ไม่เหมาะสมเมล็ดจะมีการเสื่อมคุณภาพโดยเกิดกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) และมีเชื้อรา *A. flavus* เข้าทำลาย (Sanders *et al*.,1981) การเกิดกรดไขมันอิสระจะพบเมื่อเก็บเมล็ดถั่วลิสงไว้ในที่ที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงและมีการเจริญเติบโตของเชื้อรา 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% และเก็บไว้ในที่ที่มีหลังคากันแดดกันฝน มีการถ่ายเทระบายอากาศดี สถานที่เก็บมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ มิฉะนั้นถั่วลิสงจะดูดความชื้นจากบรรยากาศทำให้เมล็ดมีความชื้นสูงขึ้น เชื้อรา *Aspergillus* จะเข้าทำลายและสร้างสารอะฟลาทอกซินได้ (จวงจันทร์, 2540) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าการเก็บไว้ในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ นอกจากนี้ถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสาร อะฟลาทอกซินมีการเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าถั่วลิสงที่ไม่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน (จวงจันทร์ และคณะ, 2543ข) ถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินต่ำกว่า 20 ppb ตั้งแต่ก่อนเก็บรักษาเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 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 (วาสิฏฐี, 2552) ถั่วลิสงที่ปลูกในไร่ที่มีการดูแลปฏิบัติรักษาเหมาะสมและมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน ไม่เกิน 50 ppb ไม่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร์ และนรินทร์, 2545) แต่เมล็ดถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินมากกว่า 1,000 ppb มีความงอกต่ำกว่า 50% (จวงจันทร์ และคณะ, 2543ก) นอกจากนี้ วาสิฏฐี และจวงจันทร์ (2552) ยังพบว่าเมล็ดถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน 20-52 ppb เมื่อเก็บรักษาไว้นานถึง 9 เดือน ยังสามารถใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้

ถั่วลิสงเป็นพืชที่ปลูกกันทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีการบริโภคและใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงกันอย่างแพร่หลาย แต่สภาพอากาศที่ร้อนชื้นของประเทศไทย ทำให้เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อราที่สร้างสารอะฟลาทอกซิน ในบางครั้งเกษตรกรเก็บเกี่ยวถั่วลิสงแล้วไม่ได้ลดความชื้นทันทีอาจเนื่องมาจากไม่มีที่ตาก หรือฝนตก ทำให้เกิดการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน 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 สถานีวิจัยสุวรรณวาจกสิกิจ ตำบลกลางดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 12-24-12 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ขณะไถพรวนเตรียมดิน ปลูกถั่วลิสงเป็นแถวบนสันร่องใช้ระยะห่างระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร หยอดเมล็ดลึก 2-3 เซนติเมตร หลุมละ 2 เมล็ด ก่อนปลูกคลุกเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงด้วยแคปแทนอัตรา 3 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม และคลุกด้วยเชื้อไรโซเบียมอัตรา 200 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 12 กิโลกรัม ให้น้ำทันทีหลังปลูก และทุกๆ 7 วันจนถั่วลิสงออกดอก หลังจากนั้นให้น้ำทุกๆ 2 สัปดาห์ กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน และฉีดพ่นอะโซดรินอัตรา 120 มิลลิลิตรต่อน้ำ 60 ลิตรเพื่อป้องกันกำจัดแมลง เมื่อถั่วลิสงอายุ 21 วันหลังปลูก ป้องกันและกำจัดโรคทางใบโดยฉีดพ่นคลอโรธาโลนิลอัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อถั่วลิสงอายุ 40-50 วัน ซึ่งเป็นระยะแทงเข็ม ใส่ฟูราดาน 8 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อป้องกันและกำจัดเสี้ยนดินและปลวก

2.2 การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา

เก็บเกี่ยวถั่วลิสง เมื่อถั่วลิสงแต่ละพันธุ์มีฝักที่สุกแก่ทางสรีรวิทยาประมาณ 60-65% โดยการสุ่มถอนต้นถั่วลิสงแล้วแกะดูเปลือกฝักด้านใน ฝักที่สุกแก่เปลือกฝักด้านในจะเป็นสีน้ำตาลหรือดำมากกว่า 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 วิธีที่1 ตากแดดทันทีเพื่อลดความชื้นให้ต่ำกว่า 9% ส่วนวิธีที่ 2 ผึ่งฝักถั่วลิสงไว้ในร่ม 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำไปตากแดดจน

ความชื้นเหลือต่ำกว่า 9% คัดฝักเสียออก นำฝักถั่วลิสงทุกล็อตมากะเทาะเมล็ด บรรจุในถุงตาข่ายโปร่ง เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 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 และ การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

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

2.3.2 ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ตามวิธีการของจวงจันทร์ (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

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

รายงานความชื้นของเมล็ดโดยใช้ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

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

3) ตรวจวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (seed vigor test) โดยวิธีการต่อไปนี้

(1) ดัชนีการงอกของเมล็ด เพาะเมล็ดเช่นเดียวกับการทดสอบความงอกของเมล็ดในข้อ 2.3.2 ตรวจนับและประเมินผลการงอกทุกวัน โดยนับจำนวนต้นกล้าที่งอกปกติในแต่ละวันจนครบ 10 วัน แล้วคำนวณหาดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์จากสูตร

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

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

2.4 การทดสอบความงอกในไร่

ปลูกถั่วลิสงทุกล็อตหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 9 เดือน ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกสิกิจ ตำบลกลางดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เพื่อประเมินความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่มีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

ต่างกันและมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินที่แตกต่างกัน วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design ทำ 3 ซ้ำ แปลงย่อยมีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 5 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร ปลูกถั่วลิสงแต่ละล็อตจำนวน 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 เดือน พบว่า ถั่วลิสงทุกล็อตมีสารอะฟลาทอกซินเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมล็ดมีความชื้นเพิ่มขึ้น (Table 2) และเชื้อรา *Aspergillus flavus* ที่อาจติดมากับเมล็ดและที่มีอยู่ในบรรยากาศสามารถสร้างสารอะฟลาทอกซินเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเก็บรักษาถั่วลิสงไว้ต่อไปอีก 6 เดือนกลับพบว่า วิธีการที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของสารอะฟลาทอกซินสูงกว่าวิธีการปฏิบัติที่ 2 ฉะนั้นจึงไม่สามารถสรุปได้ว่าวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 วิธี วิธีใดจะมีผลทำให้มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินมากกว่ากัน การปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินที่เพิ่มขึ้นนี้น่าจะมาจากเชื้อราที่ติดมากับเมล็ด และหรือที่มีอยู่ในห้องเก็บเมล็ดสร้างสารอะฟลาทอกซินเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาในระยะเวลา 3 เดือนแรก สอดคล้องกับรายงานของวาสิฏฐี (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 นอกจากนี้อาจมีเมล็ดที่ลีบหรือไม่สมบูรณ์ปะปนอยู่ 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 เมล็ดถั่วลิสงทุกล็อตยังมีความงอกสูงกว่า 88% ขึ้นไป เนื่องจากเก็บรักษาเมล็ดไว้ที่อุณหภูมิ 15°C การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จึงช้ากว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องทั่วไป (จวงจันทร์ 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 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของจวงจันทร์และนรินทร์ (2545) ที่พบว่าถั่วลิสงที่ปลิดฝักแล้วเก็บไว้ในร่ม 2 สัปดาห์ แม้จะมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูงถึง 50 ppb แต่เมล็ดพันธุ์ยังคงมีความงอกสูงกว่า 80% ถึงแม้จะเก็บรักษาไว้ 9 เดือน และยังตรงกับรายงานของ วาสิฏฐีและจวงจันทร์ (2552) ที่พบว่าเมล็ดถั่วลิสงที่มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน 20-52 ppb ถึงแม้จะเก็บรักษาไว้แป็นระยะเวลา 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 การศึกษานี้เป็นข้อแนะนำให้พ่อค้าถั่วลิสงที่มีถั่วลิสงที่กะเทาะเปลือกแล้วและมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินเกิน 20 ppb หากเก็บเมล็ดถั่วลิสงไว้ในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เมล็ดเหล่านั้นยังสามารถนำไปใช้ปลูกเป็นเมล็ดพันธุ์ได้

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.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์**. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพมหานคร. 194 น.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2540. วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวและการป้องกันการเกิดสารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วลิสง, น.135-141. *ใน* **คู่มือวิชาการเรื่อง " อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง"**. กลุ่มพืชน้ำมัน กองส่งเสริมพืชไร่นา กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา ดวงจันทร์ สุประเสริฐ และ ปาริชาติ พรมโชติ. 2543ก. คุณภาพของเมล็ดพันธุ์และการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินระหว่างการเก็บรักษาในเมล็ดถั่วลิสงที่มีขนาดต่างกัน, น. 1-8. *ใน* **การประชุมวิชาการถั่วลิสงแห่งชาติ ครั้งที่ 15**. ณ ห้องทิพย์วิมาน โรงแรมอมิตี้กรีนฮิลล์, เชียงใหม่.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา ดวงจันทร์ สุประเสริฐ และ ปาริชาติ พรมโชติ. 2543ข. คุณภาพเบื้องต้นและการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงที่เก็บไว้ทั้งฝัก, น. 1-9. *ใน* **การประชุมวิชาการถั่วลิสงแห่งชาติ ครั้งที่ 15**. ณ ห้องทิพย์วิมาน โรงแรมอมิตี้กรีนฮิลล์, เชียงใหม่.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา และนรินทร์ พุ่มดียิ่ง. 2545. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วลิสง, น. 344-356. *ใน* **การประชุมวิชาการถั่วลิสงแห่งชาติ ครั้งที่ 16**. ณ โรงแรมกรุงศรีริเวอร์, พระนครศรีอยุธยา.

บุญมี ศิริ. 2540. สารอะฟลาทอกซิน: การปนเปื้อนและการป้องกันในระบบการผลิตและหลังการเก็บเกี่ยวถั่วลิสง, น. 142-154. *ใน* **คู่มือวิชาการเรื่อง " อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง"** กลุ่มพืชน้ำมัน กองส่งเสริมพืชไร่นา กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วาสิฏฐี เป้าเล้ง. 2552. **ผลของการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินต่อคุณภาพและความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วาสิฏฐี เป้าเล้ง และ จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2552. ผลของการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินที่มีต่อความงอก ความแข็งแรง และความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังจากเก็บรักษาไว้ในห้องเก็บที่มีการควบคุมอุณหภูมิและที่อุณหภูมิห้อง. **ว.วิทย.กษ** 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.